

Antto Peurala ja Veli-Pekka Hakala

Lämmitysmuodon valintaperusteet erilaisissa kohteissa

Case navetan käyttöveden lämmitys, case asuintalon ja hallirakennuksen lämmitys

Opinnäytetyö

Kevät 2016

SeAMK Elintarvike ja luonnonvara

Metsätalousinsinööri (AMK)



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: SeAMK Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Metsätalousinsinööri (AMK)

Tekijä: Veli-Pekka Hakala ja Antto Peurala

Työn nimi: Lämmitysmuodon valintaperusteet erilaisissa kohteissa: case navetan käyttöveden lämmitys, case asuintalon ja hallirakennuksen lämmitys

Ohjaaja: Juha Tiainen

Vuosi: 2016

Sivumäärä: 85

Liitteiden lukumäärä: 1

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin sopivan lämmitysmuodon valintaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tarkoituksena oli löytää sopiva lämmitysjärjestelmä kahteen erillaiseen kohteeseen. Toinen kohteista on maatila, jossa on tarve lämmittää navetan käyttövesi. Toinen kohde on omakotitalo, jonka lisäksi lämmitettävänä on hallirakennus. Molemmissa kohteissa on jo olemassa oleva lämmitysjärjestelmä. Siihen ei kuitenkaan olla tyytyväisiä, koska se vaatii käyttäjältään suhteellisen paljon työtä.

Opinnäytetyön alussa käsitellään yleisesti lämmityksen valintaan vaikuttavia asioita ja eri lämmitysjärjestelmiä. Tämän jälkeen esitellään molemmat lämmityskohteet omina osuuksinaan. Molempien osuuksien lopusta löytyy päätelmät sopivimmasta lämmitysratkaisusta kyseiseen kohteeseen. Päätelmät sopivasta lämmitysratkaisusta on tehty etsittyjen tietojen, haastattelujen, omien laskelmien ja omien mielipiteiden pohjalta.

Valmis työ auttaa opinnäytetyössä olevien kohteiden omistajia lämmitysjärjestelmän valinnassa. Lisäksi se on yleinen suuntaa antavana opas eri lämmitysvaihtoehtoja pohtiville tahoille.

Avainsanat: lämmitysjärjestelmä, maatila, käyttövesi, omakotitalo, halli

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and agriculture

Degree programme: Forestry

Author/s: Veli-Pekka Hakala and Antto Peurala

Title of thesis: Heating system selection criteria for different places: case 1: heating water in a cowshed, case 2: heating a townhouse and shed.

Supervisor(s): Juha Tiainen

Year: 2016

Number of pages: 85

Number of appendices: 1

This thesis is about choosing suitable heating systems and about matters affecting it. The aim is to find suitable heating systems for two different places. One place is a farm, where is a need to heat water used in a cowshed. The other place is a town house, where is a need to heat the house and a shed. In both places there is already an existing heating system. However, users are not satisfied with the existing heating systems, because those systems require quite a lot of work.

At the beginning of this thesis different heating systems and matters affecting the choice of a heating system are presented. After that both cases are presented in their own chapters. At the end of both study case chapters there is a conclusion section about what is the most suitable heating system for that place. The conclusions are based on researched information, interviews, calculations and personal opinions.

This thesis helped the owners to choose the most suitable heating system for their needs. In addition, this thesis is a general guide to someone who has problems with choosing a heating system.

Keywords: heating system, farm, hot water, town house, shed

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo	7
1 JOHDANTO	10
2 TAVOITE	12
3 YLEISTÄ LÄMMITYKSESTÄ	13
3.1 Energia ja sen tarkoitus.....	13
3.2 Lämmityksen valintaan vaikuttavia tekijöitä.....	13
3.2.1 Valtion vaikutus.....	14
3.2.2 Lämmitysmuodon valitseminen.....	15
3.2.3 Tarvittavan energiamäärän minimointi	15
4 LÄMMITYSVAIHTOEHTOJEN ESITTELY	17
4.1 Stokeri.....	17
4.1.1 Järjestelmän toiminta	21
4.1.2 Kustannukset	23
4.1.3 Hyödyt.....	24
4.1.4 Haitat.....	24
4.2 Öljylämmitys.....	25
4.2.1 Järjestelmän toiminta	25
4.2.2 Kustannukset	26
4.2.3 Hyödyt.....	27
4.2.4 Haitat.....	27
4.3 Maalämpö	27
4.3.1 Järjestelmän toiminta	28
4.3.2 Kustannukset	30
4.3.3 Hyödyt.....	31
4.3.4 Haitat.....	31
4.4 Pilkekattila	32
4.4.1 Järjestelmän toiminta	32

4.4.2 Kustannukset	34
4.4.3 Hyödyt.....	35
4.4.4 Haitat.....	35
4.5 Ilmalämpöpumppu.....	36
4.5.1 Järjestelmän toiminta	36
4.5.2 Kustannukset	37
4.5.3 Hyödyt.....	37
4.5.4 Haitat.....	37
4.6 Aurinkoenergia	38
4.6.1 Järjestelmän toiminta	39
4.6.2 Kustannukset	41
4.6.3 Hyödyt.....	41
4.6.4 Haitat.....	42
4.7 Pientuulivoima.....	42
4.7.1 Järjestelmän toiminta	43
4.7.2 Kustannukset	44
4.7.3 Hyödyt.....	44
4.7.4 Haitat.....	45
5 LÄMMITYSKOhteet	46
5.1 Hakalan kotitila.....	46
5.1.1 Nykyinen lämmitysjärjestelmä.....	49
5.1.2 Perustelut lämmitysjärjestelmän vaihtamiselle.....	53
5.1.3 Tehon- ja energiantarve	55
5.1.4 Kustannukset	59
5.1.5 Päätelmät.....	62
5.2 Peuralan maatila	63
5.2.1 Nykyinen lämmitysjärjestelmä.....	64
5.2.2 Perustelut lämmitysjärjestelmän vaihtamiselle.....	68
5.2.3 Tehon- ja energiantarve	68
5.2.4 Kustannukset	72
5.2.5 Päätelmät.....	75
6 KYSELYN TULOKSET.....	77
7 YHTEENVETO.....	79

LÄHTEET	81
LIITTEET	85

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Lämmitysjärjestelmän valinnat 2006-2014 (Lämmitysjärjestelmän valinnat 2006-2014, [viitattu 7.4.2016]).	14
Kuva 2. Haketta (Peurala 2016).	17
Kuva 3. Puupellettejä (Peurala 2016).	18
Kuva 4. Puubriketti (Hakala 2016).	19
Kuva 5. Jyrsinturvetta (Peurala 2016).	20
Kuva 6. Palaturvetta (Peurala 2016).	20
Kuva 7. Stokerin polttoainesäiliö ja poltinpää (Vahva Veto 8-stokeri Ala-Talkkarilta, [viitattu 7.4.2016]).	21
Kuva 8. Stokerijärjestelmä (syöttöruuvit, [viitattu 7.4.2016]).	22
Kuva 9. Sulkusyötin ja moottori (syöttöruuvit, [viitattu 7.4.2016]).	23
Kuva 10. Maalämmön lämmönkeruuvaihtoehdot (Maalämpö: maasta pumpataan ilmaista lämpöä, [viitattu 19.2.2016]).	28
Kuva 11. Maalämpöpumpun toimintaperiaate (Ilmalämpö- ja maalämpöpumput, [viitattu 5.2.2016]).	30
Kuva 12. Tyhjiöputkikeräin (Heat-pipe-tyhjiöputkikeräimet, [viitattu 7.3.2016]).	40
Kuvio 13. Auringon säteilymäärät vaakatasolle kuukausittain (Auringon säteily vaakatasolle, [viitattu 7.3.2016]).	41
Kuva 14. Pientuulivoimala (Pientuulivoima, [viitattu 7.3.2016]).	42
Kuva 15. Asuinrakennus (Hakala 2016).	47
Kuva 16. Navettarakennus (Hakala 2016).	48
Kuva 17. Autotalli (Hakala 2016).	48

Kuva 18. Nykyinen lämmityskattila (Hakala 2016).	49
Kuva 19. Lämminvesivaraaja (Hakala 2016).	50
Kuva 20. Polttopuiden tekoa (Hakala 2016).	52
Kuvio 21. Energiapuun reaaliset hinnat viimeisimmän vuosineljänneksen rahana, pystykauppa (Energiapuun kauppa, [viitattu 27.4.2016]).	61
Kuvio 22. Energiapuun reaaliset hinnat viimeisimmän vuosineljänneksen rahana, hankintakauppa (Energiapuun kauppa, [viitattu 27.4.2016]).	61
Kuva 23. Maidon lämmön talteenottojärjestelmä (Peurala 2016).	66
Kuva 24. Navetan nykyinen lämmityskattila (Peurala 2016).	67

Kuvaotsikkoluettelon hakusanoja ei löytynyt.

Taulukko 1. Eri puulajien lämpöarvoja ja – määriä (Miksi koivua pidetään parhaana polttopuuna?, [viitattu 19.2.2016]).	34
Taulukko 2. Pientuulivoimalan mitoitus (Pientuulivoima, [viitattu 7.3.2016]).	44
Taulukko 3. Ominaislämpöteho ja lämpöindeksi rakennustyypeittäin (Koskinen 2006).	57
Taulukko 4. Liittymistehon laskeminen.	58
Taulukko 5. Energian tarpeen laskeminen.	58
Taulukko 6. Kustannusarviot.	59
Taulukko 7. Tilan liittymistehon määrittäminen.	69
Taulukko 8. Tilan lämmitysenergian tarpeen laskeminen.	70
Taulukko 9. Navetan lämmitysenergian tarpeen laskeminen.	71
Taulukko 10. Lämmityskustannusten laskeminen.	74

Käytetyt termit ja lyhenteet

Arina	Tulipesän pohja. Ritiä, jonka päällä puut palavat.
Biopolttoaine	Yleisnimitys uusiutuvista energianlähteistä. Esimerkiksi hake, polttopuu ja pelletti.
Hakkuutähde	Metsänkäsittelyssä, esimerkiksi päätehakkuussa, jälkeenhäävää käyttämätön biomassassa, kuten oksat ja latvat.
i-m³	Irtokuutio. Tilavuuden yksikkö. Arvioitu tilavuus esimerkiksi hakkeelle, jossa yksittäisten lastujen väliin jää aina ilmaa, eli koko kuutio ei ole täyttä puuta. Yksi kiintokuutio vastaa noin 2,5 irtokuutiota.
kW	Kilowatti. Tehon yksikkö.
Lämpökanaali	Eristetty maahan kaivettava putkisto, jota käytetään lämmön siirtämiseen paikasta toiseen.
m³	Kiintokuutiometri, tilavuuden yksikkö. Yksi kiintokuutio on tuhat litraa.
m²	Neliömetri, pinta-alan yksikkö. Yksi neliömetri on 1 m x 1 m kokoinen alue.
MJ, kWh	Megajoule, kilowattitunti. Energian yksiköitä.
Savusola	Aukko, josta savu siirtyy tulipesästä savupiipuun.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää sopivat lämmitysratkaisut kahteen eri kohteeseen. Toinen on Peuralan maatila Alajärvellä ja toinen on Hakalan kotitila, joka sijaitsee Ikaalisissa.

Molemmissa kohteissa on tämän opinnäytetyön tekijöiden mielestä tarve tehdä lämmityksestä helpompi ja vähemmän työläs. Tällä hetkellä kummassakin paikassa lämmitetään klapeilla. Se on ollut hyvä ja edullinen lämmitysmuoto ja ongelmia ei ole ollut. Siinä mielessä klapiämmitys on siis erittäin hyvä. Klapiämmitys on myös yksi edullisimmista lämmitysratkaisuista, mikäli ei lasketa hintaa omalle työlle. Tästä päästäänkin siihen, että se nimenomaan aiheuttaa paljon työtä. Jos lämmityksen haluaa pitää niin edullisena kuin mahdollista, puita on korjattava omasta metsästä. Vaihtoehtona on myös ostaa valmiita klapeja tai rankaa, mutta tällöin kustannukset nousevat huomattavasti. Kun puut on korjattu pinolle, ne pitää pilkkoa klapeiksi. Tämän jälkeen niitä tulee kuivattaa kesän ajan, jotta polttamisesta saataisiin mahdollisimman hyvä hyötysuhde. Klapeja saatetaan pinota jo tässä vaiheessa, ellei niitä tehdä esimerkiksi suoraan puuvarastoon, kuten Peuralalla. Kun puut ovat kuivaneet, ne tulee esimerkiksi Hakalan tilalla siirtää suojaan tai peitellä, sillä heillä kuivatus tapahtuu ulkona. Tämän jälkeen ennen polttoa puut voidaan vielä kerran joutua pinoamaan välivarastoon, esimerkiksi lämmitettävän talon pannuhuoneen yhteydessä olevaan tilaan, ennen polttoa. Sitten puut joudutaan vielä käsin laittamaan itse lämmityskattilaan.

Puita joudutaan siis pilkkomaan, käsittelemään ja pinoamaan monta kertaa pystymetsän ja polttamisen välillä. Peuralalla on toiminnassa oleva maatila, eli siellä on muutakin tekemistä kuin polttopuiden pilkkominen. Hakalan tilalla ei ole enää maataloutta. Kyseessä on kuitenkin vanha talo ulkorakennuksineen ja isoine pihoineen, joten sielläkin kyllä riittää tekemistä remontoinnin ja ylläpidon merkeissä, eli klapien parissa työskentelyyn käytettävä aika voitaisiin käyttää johonkin muuhunkin.

Tarkoituksena on siis löytää toimiessaan huoleton ja käyttökustannuksiltaan edullinen lämmitysratkaisu. Peuralan tilalla lämmityksen kohteena on navetan käyttövesi.

Hakalan tilalla lämmitettävänä on omakotitalo ja lisäksi on luotava valmius lämmit-
tää noin 200m² kokoinen halli, joka tullaan rakentamaan jossain vaiheessa vanhan
kylmän autotallin tilalle. Molemmat kohteet sijaitsevat haja-asutusalueilla.

2 TAVOITE

Molemmilla opinnäytetyön tekijöillä on tavoitteena löytää omiin kohteisiinsa lämmitysratkaisu, jossa hinta, laatu, toimivuus ja helppokäyttöisyys ovat tasapainossa. Myöhemmin tässä opinnäytetyössä on osuudet, joissa käsitellään erikseen molemmat lämmityskohteet.

Uuden lämmitysjärjestelmän valinnan perusteena toimivat olemassa olevat tiedot, laskelmat, toteuttamamme kyselytutkimuksen tulokset ja omat mielipiteet. Laskelmilla selvitetään uuden järjestelmän tarpeita ja mitoitusta, joiden pohjalta voidaan muodostaa hinta-arvio. Hinta-arvion lisäksi päätelmiimme sopivasta lämmitysratkaisusta vaikuttaa kyselyillä suoraa käyttäjiltä saadut käytännön kokemukset ja mielipiteet.

Yksi tärkeä asia on juuri helppokäyttöisyys ja lämmitykseen liittyvän työajan vähentäminen. Aikaisemmin mainitulla hinta-laatu-toimivuus-helppokäyttöisyys – tasapainolla tarkoitetaan siis sitä, että vaikka helppokäyttöisyys onkin tärkeä asia, ei hintakaan saa silti nousta kohtuuttomasti. Kyllä työtä lämmityksen eteen voidaan yhä tehdä, mutta sitä olisi hyvä saada vähennettyä. Tärkeintä uudessa järjestelmässä olisi siis juurikin järjestelmälle asetettujen ominaisuusvaatimusten tasapaino.

3 YLEISTÄ LÄMMITYKSESTÄ

3.1 Energia ja sen tarkoitus

Energiaa on kaikkialla. Sitä käytetään ja kulutetaan. Ilman energian olemassaoloa maailmassa ei olisi elämää. Lähes kaikki energia on peräisin auringosta ja sen säteilystä. Energia on siis sähköä, lämpöä ja niin edelleen. Energian tarve on lisääntynyt maailmassa lisääntyneen hyvinvoinnin myötä. Muun muassa erilaisten sähkölaitteiden määrä on esimerkiksi asumisessa lisääntynyt ja ne tarvitsevat toimiakseen sähköä eli energiaa. Energian muuttaminen sähköksi ja lämmöksi kuormittaa luontoa. Siinä syntyy erilaisia päästöjä ja siksi ei ole aivan sama, millä ja miten sitä tuotetaan ja kuinka paljon sitä käytämme. Lämpöä ja sähköä voidaan tuottaa muun muassa öljyllä, biopolttoaineilla, maalämmöllä ja aurinkoenergialla. Moni miettii, miten pystyisi omilla valinnoillaan vaikuttamaan siihen, kuinka paljon energiaa kuluttaa ja kuinka paljon kuormittaa luontoa.

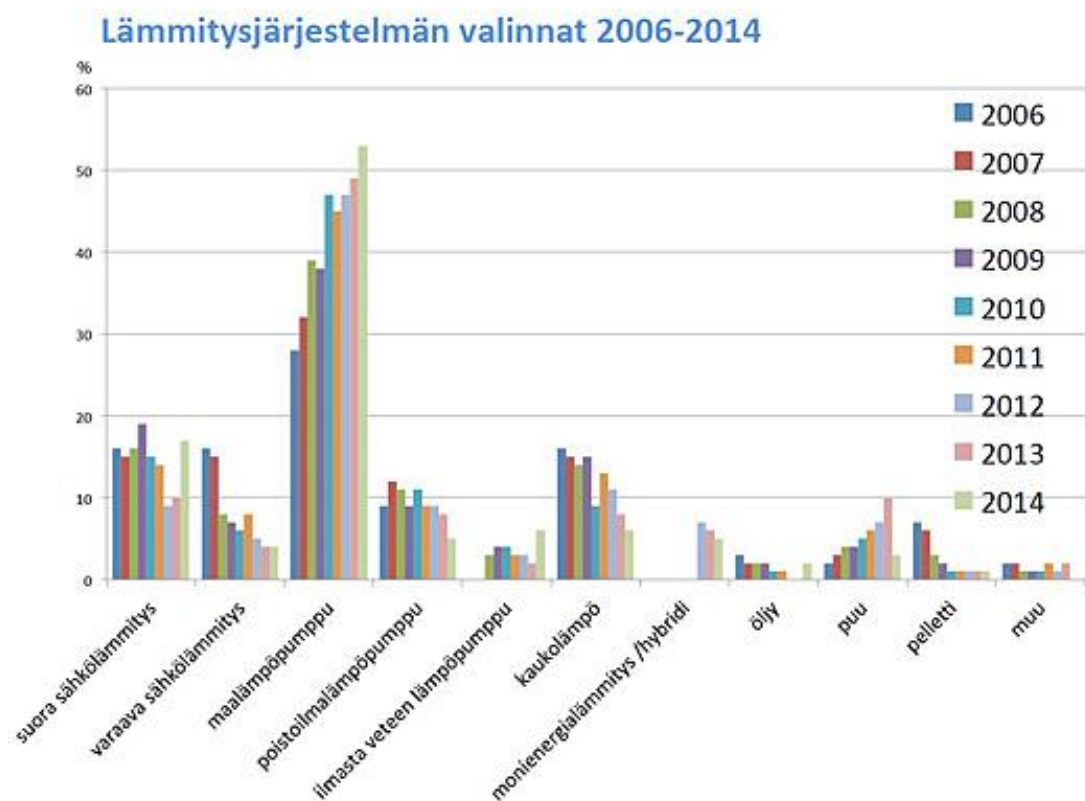
Energiasta puhuminen ei ole mitään rakettitiedettä, vaan itseasiassa hyvinkin helppoa. Mutta kaikkien energiasta puhuvien on syytä tietää termi kilowattitunti (kWh) ja sen merkitys. Kilowattitunnilla mitataan energian määrää. Esimerkiksi yksi kilowattitunti sähköä riittää lämmittämään sähkökiuasta kahdeksan minuuttia. Jos puhutaan lämmöstä ja lämmittämisestä, puhutaan yleensä tarvittavan lämmitysenergian kattamisesta jollakin energian lähteellä. Esimerkiksi yksi kilowattitunti lämpöä saadaan tuotettua yhdellä desilitralla öljyä (Laitinen 2010). Sähkön arvo onkin helppo muuttaa rahaksi, kun vain tiedetään, kuinka paljon kilowattitunti energiaa maksaa. Esimerkiksi, jos kuluttaa 20000 kWh/v ja sähkön hinta on 0,04 €/kWh ilman siirtomaksuja ja muita kuluja, tulee maksettavaa 800 €/v.

3.2 Lämmityksen valintaan vaikuttavia tekijöitä

Asumisen energiatehokkuudesta on ollut puhetta jo kauan. Se onkin tärkeää, sillä pohjoisessa ilmastossa iso osa energiasta kuluu lämmitykseen. Vaihtoehtoja energian säästämiseksi on nykyään todella paljon, joten niihin on hyvä perehtyä huolella

ja valita omaan kohteeseen sopivimmat ratkaisut. Jos luottaa vain mainospuheisiin, rahat menevät helposti hukkaan. (Isosaari 2012.)

Lämmitystavan valinnassa on otettava huomioon useita seikkoja. Ensimmäiseksi lähdetään tietysti siitä, mitä lämmitetään, eli millainen lämmitettävä kohde on. Yhtä ainoaa oikeaa lämmitysvaihtoehtoa jollekin kohteelle ei ole. Kohteen koko ja sijainti määrittävät lämmitystavan valintaa hyvin paljon. Esimerkiksi omakotitalon lämmitys ja lämmitysjärjestelmän rakentaminen ovat haja-asutusalueilla vähemmän rajoitettua, kuin kaupungin keskustassa. Lämmityksen valintaan vaikuttavat omien mielipiteiden ja mieltymysten lisäksi myös monet ulkoiset vaatimukset.



Kuvio 1. Lämmitysjärjestelmän valinnat 2006-2014 (Lämmitysjärjestelmän valinnat 2006-2014, [viitattu 7.4.2016]).

3.2.1 Valtion vaikutus

Biopolttoaineisiin ja energiatehokkuuteen pyritään, ja kannustetaan valtion toimesta panostamaan entistä enemmän. Myös päästöjen vähentäminen on ollut tavoitteena

jo pitkään. Tuontipolttoaineiden osuuksien pienentäminen olisi positiivinen asia. Voimakkaimmin haluttaisiin lisätä erilaisten biopolttoaineiden, kuten hakkuutähteistä tehdyn hakkeen, biokaasun, kierrätyspolttoaineiden sekä pellolta saatavan biomasan käyttöä. Jos kotimaista energiantuotantoa pystytään lisäämään, sillä on myös työllistäviä vaikutuksia. (Harju 2014.)

3.2.2 Lämmitysmuodon valitseminen

Valinnassa on otettava huomioon, että lämmitysjärjestelmä tulee olemaan osa lämmitettävää kohdetta, eli se on esimerkiksi omakotitalossa osa rakenteita. Tästä syystä sitä voi olla vaikea muokata jälkeenpäin. Perinteisiä lämmitysvaihtoehtoja ovat puu-, sähkö-, öljy ja kaukolämmitys. (Harju 2014.)

Nykyään on taas tulossa muotiin laittaa samaan kohteeseen useita eri lämmitysjärjestelmiä täydentämään toisiaan. Esimerkiksi sähkölämmitteiseen asuntoon laiteetaan myös varaava takka, jolla voidaan täydentää lämmitystä ja pienentää sähkönkulutusta vuoden kylmimpinä ajanjaksoina.

3.2.3 Tarvittavan energiamäärän minimointi

Energiankulutusta voidaan pienentää hyvällä eristyksellä, rakenteiden ilmavuotojen välttämällä, järkevällä asumisella ja oikeilla kielten mukaisilla säädöillä. Energiatehokkuuden mukaan on määritelty erilaisia talomalleja. Normitalo on nykyisten vuonna 2008 voimaan tulleiden rakennusmääräysten minimivaatimuksien mukaan rakennettu talo. Matalaenergiatalon lämmitykseen käytetään maksimissaan 50 prosenttia normitalon käyttämästä energiasta. Matalaenergiatalon vaatimukset on määritelty 1990-luvun alussa. Passiivitalo määritellään kansainvälisisten standardien mukaan. Etelä-Suomessa passiivitalon lämmitykseen kuluu vuodessa maksimissaan 20 kWh/m². Pohjois-Suomessa vastaava luku saa olla 30 kWh/m². Talon uloimman vaipan ilmanpitävyyden tulee olla alle 0,6 l/h. Normaalisti tämä arvo on noin 2,5–5,0. Nollaenergiatalolla taas tarkoitetaan passiivitaloa, joka tuottaa uusiutuvaa energiaa yli oman tarpeensa, jolloin talo käytännössä ostaa ja myy energiaa. (Harju 2014.)

Nykyään esimerkiksi pienkiinteistön tuottaman aurinkosähkön ylijäämää on mahdollista myydä, jos järjestelmä on liitetty sähköverkkoon ja asiasta on sovittu varsinaisen sähkön myyjän kanssa (Ylijäämäsähkön myynti, [viitattu 7.4.2016]).

4 LÄMMITYSVAIHTOEHTOJEN ESITTELY

4.1 Stokeri

Stokeri on keskuslämmityskattilassa käytettävä yhdistelmä, johon kuuluu biopolttoaineensyöttölaite ja poltin. Stokeripolttimeen käy polttoaineeksi esimerkiksi hake, pelletti, palaturve, briketti ja puru, yleisesti ottaen lähes kaikki biopolttoaineet. (Laittevalinnat, [viitattu 7.4.2016].)

Hake koostuu koneella pieneksi silputuista puun oksista, rungoista ja hakkuutähteistä. Hakkeen varastointi toteutetaan niin, että hake kuivuu ja ei homehdu. Yksi irtokuutiometri vastaa energiamäärältään noin 80 litraa polttoöljyä (Energia-arvo ja muuntokertoimet, [viitattu 7.4.2016]).



Kuva 2. Haketta (Peurala 2016).

Puupelletit ovat saha- tai kutterijätteestä puristettuja pieniä puupuristeita. Yksi kuutiometri pellettejä vastaa noin 330 litraa kevyttä polttoöljyä (Harju 2014).



Kuva 3. Puupellettejä (Peurala 2016).

Puubriketti on isokokoinen puupuriste. Se on tavallaan kuin iso pelletti. Brikettejä valmistetaan puun hionnassa syntyvästä pölystä, kutterin lastusta tai sahanpurusta. Briketit toimivat polttoaineena yleensä suuremmissä laitoksissa. Briketti vastaa energiasisällöltään pellettiä.



Kuva 4. Puubriketti (Hakala 2016).

Turve on hitaasti uusiutuva, kotimainen biomassa, jota voidaan käyttää energiaksi polttamalla. Turve koostuu suokasvien maatuneista jätteistä. Polttoarvo poltettavalla turpeella on noin 20–23 MJ/kg. Kulutuksesta riippuen turvetta riittäisi Suomessa 350–500 vuodeksi. Poltettava turve on joko jyrsin- tai palaturvetta. Jyrsinturve nimensä mukaan jyrsitään turvesuon pinnasta. Palaturvetta taas nostetaan hieman syvemmältä. Se on kosteampaa kuin jyrsinturve ja se puristetaan sopivan kokoisiksi paloiksi. (Harju 2014.)



Kuva 5. Jyrsinturvetta (Peurala 2016).



Kuva 6. Palaturvetta (Peurala 2016).

4.1.1 Järjestelmän toiminta

Sokerijärjestelmään kuuluu stokeri ja poltin. Itse stokeri on biopolttoaineen automaattinen syöttöjärjestelmä. Järjestelmä koostuu teräksestä valmistetusta biopolttoainesäiliöstä, purkaimesta, syöttölaitteesta ja kattilan tulipesään laitettavasta palopäästä. Säiliö on varustettu ilmatiiviillä kannella, joka ehkäisee tulipaloja. Polttoainesäiliön voi täyttää esimerkiksi traktorin etukuormaajalla. Säiliöstä hake siirtyy syöttölaitteen, yleensä syöttöruuvien, avulla varsinaiseen polttimeen. (Laittevalinnat, [viitattu 7.4.2016].)



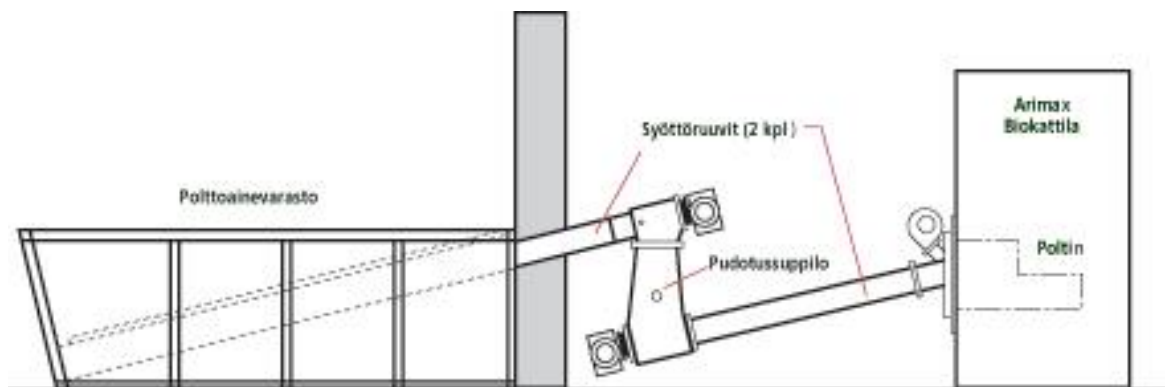
Kuva 7. Stokerin polttoainesäiliö ja poltinpää (Vahva Veto 8-stokeri Ala-Talkkarilta, [viitattu 7.4.2016]).

Mitä suurempi polttoaineen kulutus on, sitä enemmän järjestelmää kannattaa automatisoida. Tällöin kannattaa rakentaa stokerin sijasta erillinen isompi polttoainevaraisto. Tällöin varasto on viisainta varustaa automatisoidulla purkaimella. Tällaisella

ratkaisulla voidaan varaston koosta riippumatta helposti automatisoida polttoaineen syöttö. (Laittevalinnat, [viitattu 7.4.2016].)

Purkain varmistaa, riippuen mallista, esimerkiksi pyörivällä liikkeellään polttoaineen liikkumisen varaston tai siilon sisällä. Tällöin polttoaine ei juutu säiliön seinämille, eikä paakkuunnu, jolloin polttoaineen kulkeutuminen syöttölaitteelle on tasaista ja häiriötöntä.

Purkainmalleja ovat jousi-, tanko- ja kolapurkain. Purkaimella varustetussa laitteistossa on aina myös syöttölaitteisto. Polttoaine tulee avonaisesta varastosta tai siilosta, jolloin varastossa on tarjolla happea palamista varten, eli tulipalon leviämisen riski kattilalta varastoon on suuri. Syöttölaitteistoksi voi valita vaihtoehtoisesti sulkusyöttimen tai pudotuskuilujärjestelmän. (Laittevalinnat, [viitattu 7.4.2016].) Väliin laitettava syöttölaitteisto estää tehokkaasti tulen pääsyn polttoainevarastoon.



Kuva 8. Stokerijärjestelmä (syöttöruuvit, [viitattu 7.4.2016]).

Sulkusyötin, esimerkiksi pyörivä, toimii siten, että se ottaa annoksen polttoainetta ”kyytiinsä” yläpuolelta. Tämän jälkeen sulkusyötin tiputtaa kuormansa alapuolelta syöttöruuville, joka kuljettaa polttoaineen kattilaan. Kyytiin oton ja pois tiputuksen välisenä aikana syöttimen pyörähtäessä polttoaineannos on siis syöttimen sisällä siten, että se ei ole suorassa yhteydessä varastoon tai seuraavaan kuljettimeen, joten varasto ja kattila eivät ole suorassa yhteydessä toisiinsa. Tämä estää tulen pääsyn polttoainevarastoon.



Kuva 9. Sulkusyötin ja moottori (syöttöruuvit, [viitattu 7.4.2016]).

Pudotuskuilujärjestelmässä esimerkiksi ruuvikuljetin kuljettaa polttoaineen pudotuskuiluputken yläpäähän ja tiputtaa vaikkapa pellettejä kuiluun, jota pitkin ne päätyvät polttimeen. Pudotuskuiluputki on materiaalia, joka ei kestä tulta. Tällöin, jos tuli lähtee leviämään polttimelta putkeen, putki sulaa, jolloin polttoaineen syöttö keskeytyy. Tämä estää palon leviämisen edelleen ruuvikuljettimeen ja sitä kautta varastoon.

Koko biopolttoainejärjestelmä on hyvä varustaa myös jollakin varajärjestelmällä. Hyviä vaihtoehtoja on lisätä kattilaan öljypoltin tai sähkövastus. Näitä voidaan käyttää lämmityksessä huoltokatkojen tai yllättävien toimintahäiriöiden aikana. Lisäksi kattiloihin on saatavilla puunpolttovarustuksia, jolloin lämmitykseen voi käyttää klapeja. Koko systeemi tarvitsee toimiakseen sähköä, joten myös vara-aggregaatti on hyvä hankinta. Näillä erilaisten lisälaitteiden sopivalla yhdistelmällä varmistetaan se, ettei lämpö pääse missään vaiheessa loppumaan ja turhat ongelmatilanteet vältetään. (Laitevalinnat, [viitattu 7.4.2016].)

4.1.2 Kustannukset

Stokerilämmityksessä suurimmat kustannukset tulevat alussa, kun järjestelmä rakennetaan. Käyttö taas voi olla hyvinkin edullista. Edullisuus riippuu kuitenkin siitä, joutuuko polttoainetta ostamaan, vai saako sitä esimerkiksi hakettamalla omasta

metsästä. Ostopolttoaineella lämmittäessä polttoaineen hinnanmuutokset vaikuttavat myös lämmityksen hintaan. Toisaalta, kun valitaan stokeri, jossa voi polttaa monia polttoaineita (esimerkiksi haketta, turvetta tai pellettiä), voidaan valita aina kulloinkin halvin polttoaine. Paras tilanne on kuitenkin saada polttoaine itseltä, jolloin ei ole riippuvainen ostopolttoaineen hinnoista.

4.1.3 Hyödyt

Biopolttoaineen käytössä on useita hyötyjä, ne ovat uusiutuvia, ja useat polttoaineet ovat kotimaisia. Kotimaisten polttoaineiden käyttö synnyttää tuotantoa ja sitä kautta työpaikkoja. Myös energiaomavaraisuus paranee, mikä on esimerkiksi poikkeustilanteiden kannalta hyvin tärkeää. Metsissä on paljon bioenergian hyödyntämismahdollisuuksia. Metsästä saatava energia voi olla hiilineutraalia, jos ajatellaan ilmastomuutosta ja päästöjä. Tällaisessa tilanteessa puut ovat sitoneet itseensä yhtä paljon hiilidioksidia, kuin niitä poltettaessa vapautuu takaisin ilmaan. Tämän jälkeen metsä istutetaan uudelleen ja se kasvaa sitoen taas hiiltä. (Uusiutuvat energianlähteet, [viitattu 7.4.2016].)

Monella hakelämmityksen valitsevalla on itsellä metsää. Tämä mahdollistaa oma-varaisen polttoainetalouden. Hakepuuta kerätessä metsää tulee myös harvennettua ja risukkoa poistettua, eli polttoaineen keräyksellä on myös metsänhoidollista vaikutusta. Hakelämmitys mahdollistaa myös suuren lämmön tuoton isompia laitoksia, esimerkiksi maatiloja, varten.

4.1.4 Haitat

Bioenergian haittoihin luetaan poltossa syntyvät hiukkaspäästöt. Fossiilisten polttoaineiden vaihtaminen biopolttoaineisiin merkitsee lisää hakkuita, mikä taas voi kiihdyttää ilmastomuutosta. Peltoja, joilla voitaisiin kasvattaa ravintokasveja, joudutaan käyttämään energiakasvien kasvatukseen. (Uusiutuvat energianlähteet, [viitattu 7.4.2016].)

Suomessa käytettävä metsäenergia on suurimmaksi osaksi peräisin puun poltosta eri muodoissa. Suomessa myös hoidetaan metsiä hyvin, ja uudistamisvelvoite määrää istuttamaan 0,3 hehtaarin ja sitä isommat hakkuualat uudelleen. Tästä syystä metsäenergia on Suomessa melko hiilineutraalia, sillä poltossa vapautuneet päästöt sitoutuvat uudelleen kasvatettavaan metsään.

4.2 Öljylämmitys

Öljylämmitys on hyvin varmatoiminen, helppokäyttöinen sekä energiatehokas oikein asennettuna ja huollettuna. Nykyaikainen öljylämmitysjärjestelmä on myös hyvän hyötysuhteen, noin 90–95 %, omaava lämmitysjärjestelmä. Öljylämmitysmenetelmällä voidaan tuottaa huonetilojen lämmityksen ja lämpimän käyttöveden tarvitsema energia. Öljylämmitys on lämmitysmuoto, jota asennetaan nykyään hyvin vähän uusiksi lämmitysjärjestelmiksi. Syy, miksi enää ei laiteta uusia öljylämmitysjärjestelmiä niin paljon kuin ennen, on öljynhinnan nousu ja vaihtelu. Noin 80 % öljylämmittäjistä asuu omakotitalossa tai paritalossa, kahdeksan prosenttia kerrostalossa ja rivitalossa ja loput 12 % on muita rakennuksia. Pientalojen, jotka lämmittävät öljyllä, määrä oli vuonna 2015 190 000 kappaletta. Öljylämmitteisten pientalojen määrän huippu oli vuonna 2005, jolloin määrä oli 250 000. Laskua kymmenessä vuodessa on siis tapahtunut noin 60 000. Vuosittain noin 4000–5500 öljylämmittäjää vaihtaa johonkin muuhun lämmitysmuotoon. Koko Suomessa pientalojen lämmittämiseen käytetään vuosittain noin 460 000 litraa öljyä, joka vastaa noin kahden prosentin osuutta koko suomen energiankulutuksesta. (Energiatehokas öljylämmitys, [viitattu 15.3.2016].)

4.2.1 Järjestelmän toiminta

Öljylämmitysjärjestelmä koostuu öljysäiliöstä, öljypumpusta, pottimesta, lämmityskattilasta, savuhormista sekä erilaisista säätö- ja turvalaitteista. Öljyjärjestelmä toimii niin, että polttimessa oleva pumppu tai erillinen siirtopumppu pumppaa öljysäiliössä olevan öljyn polttimelle. Öljyn päätyessä polttimelle poltin sumuttaa öljyä, jol-

loin öljysumu ja palamisilma sekoittuvat. Tämän jälkeen öljyn ja ilman sekoitus sytytetään palamaan joko itse, tai sitten yleisimmin käytössä oleva polttimen automaattisytytin hoitaa sytytyksen. Öljyn palaessa lämmityskattilassa lämpöenergiaa siirtyy säteilemällä ja johtumalla lämmityskattilan sisällä olevaan kattilaveteen, jolla lämmitetään lämmitysverkostossa oleva vesi (Rakennustieto Oy 2007).

Käyttövesi lämmitetään joko kattilavedessä tai kattilan ulkopuolella olevalla lämmönvaihtimella. Lämmönvaihdin on yleensä kupariputkesta tehty spiraali, joka kiertää kuumaa kattilaveden seassa. Spiraalin sisällä kiertää käyttövesi, joka ottaa lämpöenergiaa ympäröivästä kattilavedestä. Nuohous ja polttimen huolto olisi hyvä tehdä ainakin kerran vuodessa, jotta säilytettäisiin mahdollisimman hyvä hyötysuhde. Kattilan seinämiin kertyvä karsta ja noki huonontavat lämmön johtuvuutta. Myös öljysäiliön huolto sekä tarkastus täytyy tehdä 5–10 vuoden välein (Harju 2014).

4.2.2 Kustannukset

Öljylämmitys lämmöntuottojärjestelmänä maksaa noin 7000–8000€, koosta ja tekniikasta riippuen. Suurimmat kustannukset tulevat öljyn hankkimisesta. Hyvä muistisääntö on, että yhdestä litrasta öljyä tulee 10 kWh energiaa. Esimerkiksi, jos rakennuksen kulutus on 20 000 kWh/v, tarvitaan 2000 litraa öljyä kattamaan kyseinen energiantarve. (Öljylämmitys, [viitattu 17.3.2016].)

Öljyn hinta on hyvin ailahteleva ja siksi lämmityskulutkin ovat vaihtelevia. Esimerkiksi vuonna 2012 öljyn keskihinta oli 101,4 snt/l, eli tuolloin aiemmin mainitussa esimerkkitapauksessa lämmityskuluksi olisi tullut noin 2030 €/v. Vuonna 2016 öljyn keskihinta on 65,2 snt/l ja lämmityskuluksi tulisi tällöin vuotta kohden kyseisellä esimerkillä noin 1300 €/v. Kuten voi huomata, lämmityskulut saattavat vaihdella hyvin paljon. (Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta, [viitattu 15.3.2016].)

Edellä mainitut öljyjen hinnat sisältävät verot ja kaikki muut veronalaiset maksut, eli se on lopullinen hinta öljylle. Noin puolet öljyn hinnasta muodostuu erilaisista veroista ja maksuista, joita ovat polttoainevero, huoltovarmuusmaksu ja arvonnalisävero.

Öljylämmittämisen suurimmat kustannukset tulevat kyseisen lämmitysjärjestelmän käytöstä, ei niinkään sen hankinnasta.

4.2.3 Hyödyt

Öljyllä lämmittäminen on varsinkin uusilla nykyaikaisilla laitteilla hyvän hyötysuhteen omaava lämmitysjärjestelmä. Myös lämmönsaanti on hyvin tasaista vuodenajasta riippumatta. Hyötysuhde on nykyaikaisella öljykattilalämmitysjärjestelmällä 90–95 %, mutta huonosti huolletuilla, vanhoilla ja väärin asennetuilla laitteilla hyötysuhde lämmönnotossa saattaa olla vain 50–60 %. Jos siis poltetaan 1 litra öljyä, siitä syntyvästä lämpöenergiasta saadaan käytettyä hyödyksi parhaassa tapauksessa 90–95 %. Öljylämmitteisissä rakennuksissa käytetään vesikiertoista lämmönjakojärjestelmää. Tämä on hyvä, sillä jos jostain syystä joutuu tai haluaa vaihtaa lämmitysjärjestelmäänsä, on vesikiertoinen lämmönjako jo olemassa, jolloin siihen on helppo liittää uusi lämmitysjärjestelmä.

4.2.4 Haitat

Suurimpana haittana öljyllä lämmittämisessä on öljyn hinnan suuri vaihtelu. Esimerkiksi vuonna 2002 kevyen polttoöljyn hinta oli noin 37 snt/l, mutta vuonna 2012 öljyn hinta oli 112 snt/l. Vuonna 2015 öljyn keskihinta oli noin 80 snt/l. (Öljytuotteiden kuluttajahintojen kehitys, [viitattu 15.3.2016].)

Tämä tuo suuren epävarmuuden valita lämmitysjärjestelmäksi öljy. Öljy on fossiilista polttoainetta ja tämän takia myös valtio pyrkii vähentämään omilla keinoillansa (esimerkiksi öljyn veron nostamisella) öljylämmitteisiä rakennuksia.

4.3 Maalämpö

Maalämpö on kallioperään varastoitunutta energiaa, jota voidaan hyödyntää lämmittämisessä. Energia on lähtöisin auringosta. Suomessa auringon lämmitysteho ulottuu noin 10 metrin syvyyteen. Kun syvyyttä on noin 200 metriä, lämpöä on noin

+10 astetta. Maalämpö luokitellaan Suomessa uusiutuvaksi energialähteeksi. Maalämpö saadaan käyttöön poraamalla kallioon porakaivoja. Kallioperässä lämpötila on aina noin 4-10 astetta. Porakaivoihin asennetaan keruuputkia, joiden avulla pinnalla oleva maalämpöpumppu pumpkaa lämmön käyttöön. Esimerkiksi Ruotissa tämä energiamuoto tuottaa 15 kertaisen määrän energiaa verrattuna vaikkapa tuulivoimaan. Maalämpöpumppu tuottaa energiaa kolme yksikköä ja käyttää yhden. Öljylämmön maalämpöön vaihtaneet kotitaloudet ovat laskelmissaan tulleet siihen tulokseen, että he pääsevät vuositasolla noin 2000 euron säästöihin maalämmön avulla. (Maalämpö, [viitattu 19.2.2016].)

4.3.1 Järjestelmän toiminta



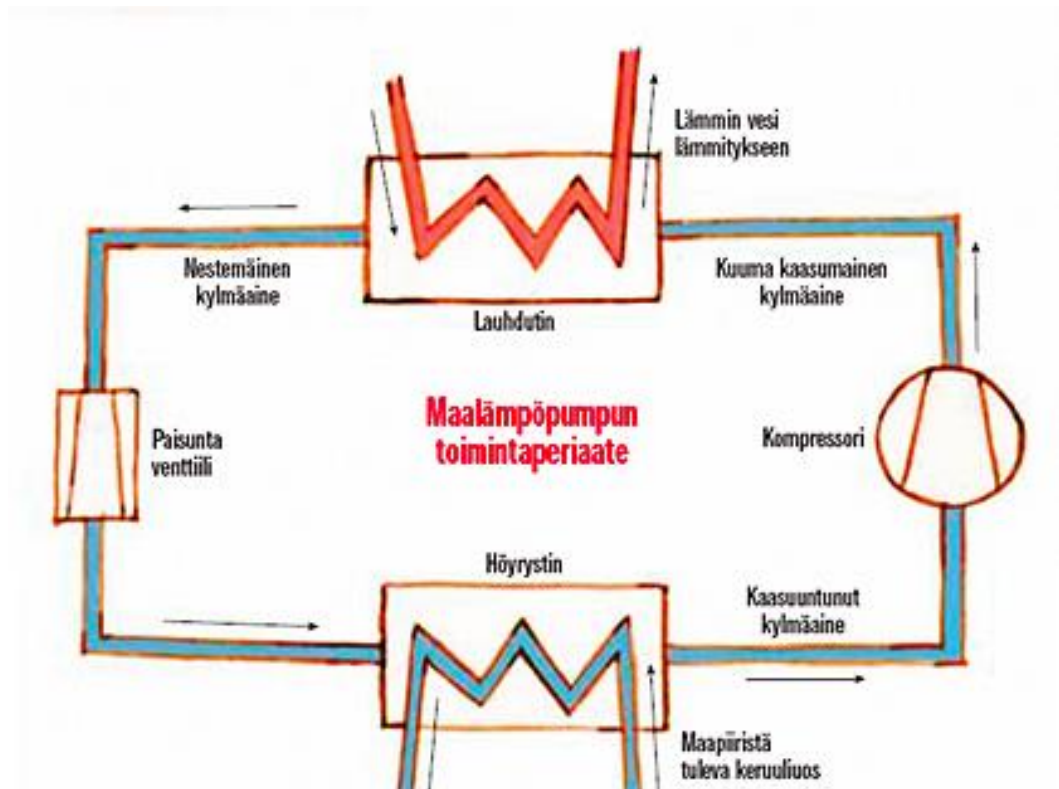
Kuva 10. Maalämmön lämmönkeruuvaihtoehdot (Maalämpö: maasta pumpataan ilmaista lämpöä, [viitattu 19.2.2016]).

Maalämpöpumppu siis pumpkaa maaperässä olevaa lämpöenergiaa maan pinnalle käyttöä varten. Jotta lämpö saadaan käyttöön, kallioon porataan pystysuora reikä, joka on 100–200 metriä syvä. Tätä kutsutaan lämpökaivoksi. Lämpökaivoon laite- taan keruuputki, joka kerää lämpöä maaperästä. Toinen vaihtoehto on vetää put- kisto pintavetona, eli kaivaa keruuputkisto maan pinnan suuntaisesti noin metrin sy- vyyteen. Kolmas vaihtoehto on kerätä lämpöä vesistöstä, jolloin keruuputkisto upo-

tetaan esimerkiksi järven pohjaan. Energiansaannin kannalta lämpökaivo on tehokkaampi, kuin pintavetona laitettu keruuputkisto. Kaikissa vaihtoehtoisissa keruuputki tai -putket liitetään lämmitettävän rakennuksen sisällä olevaan maalämpöpumppuun. Lämpöä käytetään rakennuksen lämmittämiseen vesikiertoisella järjestelmällä ja/tai lämpimän käyttöveden lämmitykseen. Maalämpöjärjestelmää voidaan käyttää myös talon viilennykseen. (Maalämmön toimintaperiaate, [viitattu 19.2.2016].)

Maalämpöpumppu toimii seuraavalla tavalla: lämmönkeruuputkistossa kiertää alkoholipohjainen, pakkasta kestävä neste. Kiertäessään neste sitoo itseensä maaperän lämpöä. Tämän jälkeen noin 1–4 celsiusasteinen neste siirtyy maalämpöpumppuun, jossa kiertää matalissa lämpötiloissa höyrystyvä kylmäaine. Ensimmäisenä maassa lämminnyt neste menee höyrystimeen. Maasta kerätty lämmönkeruunesteeseen sitoutunut lämpö riittää höyrystämään kylmäaineen höyrystimessä. Höyrystynyt kylmäaine siirtyy edelleen kompressoriin, joka korkean paineen avulla nostaa höyryn lämpötilaa toivotulle tasolle, noin 30–60 celsiusasteeseen. Tämä lämmitetty höyry jatkaa matkaansa lauhduttimeen. Lauhduttimen sisällä kiertää itse rakennuksen lämmitykseen yhteydessä oleva vesiputki. Lauhduttimessa höyryn lämpö siirtyy rakennuksen lämmityksessä käytettävään veteen ja höyry tiivistyy takaisin nestemäiseksi kylmäaineeksi menettäessään lämpönsä. Nestemäinen kylmäaine jatkaa matkaansa eteenpäin paisuntaventtiiliin kautta jälleen höyrystimeen ja kierto alkaa uudelleen. Lämminnyt vesi lähtee kiertämään esimerkiksi lattialämmitykseen tai lämminvesivaraajaan lämmittämään käyttövettä, jonka jälkeen kierto jatkuu takaisin lauhduttimeen. (Maalämpöpumppu – näin se toimii, [19.2.2016].)

Maalämpö vaatii aina vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän, eli patteri- tai lattialämmityksen. Ihanteellisin vaihtoehto on lattialämpö, sillä se vaatii vähemmän lämpöä kuin patterilämmitys. Kompressorilla tehtävä lämpötilan nostaminen patterien tarvitsemalle tasolle heikentää jonkin verran maalämmöstä saatavaa kokonaishyötysuhdetta, kun sitä verrataan lattialämmitykseen. (Isosaari 2012.)



Kuva 11. Maalämpöpumpun toimintaperiaate (Ilmalämpö- ja maalämpöpumput, [viitattu 5.2.2016]).

4.3.2 Kustannukset

Maalämpö on aloitusinvestoinniltaan esimerkiksi muihin lämpöpumppuihin verrattuna kallis, mutta lämpökertoimeltaan paras vaihtoehto (Ilmalämpö- ja maalämpöpumput, [viitattu 19.2.2016]). Tarkkaa hintaa ei pysty sanomaan, sillä lopullinen hinta koostuu aina useista eri tekijöistä. Esimerkiksi n. 200 neliömetrin kokoisen talon öljylämmityksen vaihtaminen maalämpöön maksaa noin 13 000–15 000 euroa. Hinta riippuu esimerkiksi lämpökaivojen poraussyvyydestä ja lämpöpumpun mallista. Vastaavasti, jos talossa ei ole ennestään vesikiertoista lämmitystä ja sekin joudutaan rakentamaan, voivat kustannukset nousta 25 000–30 000 euroon. (Maalämmön hinta – yleisimmät kysymykset, [viitattu 19.2.2016].)

Parhaita kohteita maalämmölle ovat siis uudet talot, joihin rakennusvaiheessa tehdään tarvittavat järjestelmät ja valitaan heti maalämpö. Myös vanha talo, jossa on

ennestään käyttökelpoinen vesikiertoinen järjestelmä, on hyvä vaihtoehto. Vanhassa talossa, jossa ei ole ennestään vesikiertoista lämmitysjärjestelmää, maalämpöön vaihtaminen voi tulla kalliiksi.

Käyttökustannuksiltaan maalämpö on sähköön tai öljyyn verrattuna edullinen. Esimerkiksi öljylämmitys, joka kuluttaa vuodessa 3000 litraa, maksaa vuodessa noin 3300 euroa. Sama lämmitys maalämmöllä maksaa noin 860 euroa vuodessa. Säästöä tulee siis vuositasolla 2420 euroa. Vastaavasti sähkölämmitys, jonka kulutus on 22 000 kWh vuodessa, maksaa noin 2580 euroa vuodessa. Sama maalämmityksellä maksaa noin 860 euroa, eli säästöä tulee tässä tapauksessa 1720 euroa per vuosi. (Thermia maalämpö, [viitattu 19.2.2016].)

4.3.3 Hyödyt

Säästöt moniin muihin lämmitysvaihtoehtoihin ovat suuria. Maalämpö on uusiutuva ja ympäristöystävällinen vaihtoehto esimerkiksi öljylle. Maalämmöllä voi lämmittää sekä talon, että käyttöveden. Ilmalämpöpumppeihin verrattuna maalämpö ei ole pakkaselle arka. Maalämmitys on helppo ja huoleton käyttää. Mahdollisissa vikatilanteissa laite antaa vikahälytyksen. Etäohjaus mahdollistaa lämmityksen valvomisen esimerkiksi lomamatkan aikana. Kooltaan pumppu ei ole iso, joten se ei tarvitse paljoa tilaa. Maalämmöllä pystyy myös tarvittaessa viilentämään taloa kesäaikaan. (Thermia maalämpö, [viitattu 19.2.2016].)

Maalämmön kallista asennushintaa kompensoi se, että hinnan kotitalousvähennysosuus voi olla jopa 45 prosenttia (Maalämmön hyödyt, [viitattu 19.2.2016]).

4.3.4 Haitat

Maalämmöllä on vähän haittapuolia. Isoin heikkous on kallis alkuinvestointi. Maalämpöä ei yleensä pysty asentamaan itse, joten kustannuksia syntyy ulkopuolisen asentajan palkkaamisesta. Jos lämpöpumpun asetukset ovat väärät, lämpöpumppu voi jopa lisätä sähkönkulutusta. Myös laitteiston päivittäminen uudempaan on kallista. (Maalämpöpumpun huonot puolet, [viitattu 19.2.2016].)

Maalämpö jäädyttää maaperää, eli mitä enemmän lämpöä maasta otetaan, sitä enemmän maa kylmenee. Tällä ei kuitenkaan ole todettu olevan haittaa esimerkiksi kasvillisuudelle (Harju 2014).

Maalämpöpumppu on riippuvainen sähköstä, eli sähkökatkon sattuessa lämmön-
tuotto lakkaa. Tästä syystä talossa olisi hyvä olla esimerkiksi varaavia takkoja tur-
vaamaan lämmitys sähkökatkon aikana. Takoilla saa myös tarvittaessa lisälämpöä
kylmimpinä aikoina.

4.4 Pilkekattila

Pilkekattiloiden käytöllä on maassamme jo hyvin pitkä perinne, mutta nykyään se
alkaa olemaan jo vähenemään päin oleva lämmitysmuoto. Varsinkaan uusiin raken-
nuksiin ei enää juurikaan laiteta päälämmitysjärjestelmäksi polttopuukattilaa. Puu
on hyvä polttoaine, koska se on uusiutuvaa, kotimaista ja edullista käyttää. Poltto-
puukattila on kaikista työläin lämmitysmuoto taloon. Se vaatii lähes päivittäin kattilan
täyttöä puilla varsinkin talvipakkasilla, eli se vaatii käyttäjän läsnäoloa. Lämmitys-
muodoksi puukattilan valitsevalla on yleensä käytettävissä omaa puuta ja paljon ti-
laa varastoida puita. Poltettavaksi kelpaavat kaikki suomessa yleisesti kasvavat
puulajit, mutta koivulla on kaikista näistä puulajeista suurin lämpöarvo.

4.4.1 Järjestelmän toiminta

Puukattila on toiminnaltaan hyvin yksinkertainen. Kattila tarvitsee polttoainetta, eli
puuta. Puuta polttamalla syntyy lämpöenergiaa, jonka kattila ottaa talteen väliaine-
seen, yleensä veteen. Paikka, jossa väliainetta pidetään, kutsutaan varaajaksi. Va-
raaja voi olla joko lämmityskattilan ympärillä tai vieressä. Tällä lämmentyneellä väliai-
neella lämmitetään vesikiertoista huonelämmitystä ja käytettävää vettä. Käytettävä
vesi lämmitetään erillisellä lämmönvaihtimella, joka on varaajassa. Yleensä läm-
mönvaihdin on kupariputkea ja se on varaajan sisällä. Kupariputken sisällä kiertää
käyttövesi ja se ottaa tarvittavan lämpöenergian varaajan lämmitetystä väliaineesta.
Puukattila on kaikista työläin lämmitysjärjestelmä, koska kattilaa täytyy täyttää puilla
aina määrä ajoin.

Kattilatyyppejä on kolme, ja valinta määrittää paljon kattilan käyttötapaa. Kaikissa tyypeissä on omat hyvät ja huonot puolensa. Kattilatyypit ovat yläpalokattila, alapalokattila ja käänteispalokattila.

Yläpalokattilassa palaminen tapahtuu polttopuiden päällä. Savusola sijaitsee kattilan yläosassa, ja ilmavirtaus on alhaalta ylöspäin. Tämä palamistapa tekee tästä hieman työläämmän kattilan kuin muut kattilatyypit. Koska palamissuunta on ylöspäin, kattilaan ei voida lisätä suuria määriä polttopuita kerralla. Tämä siksi, jottei lämmitysteho pääsisi laskemaan liikaa tai tuli pääsisi sammumaan kokonaan. Parhain ajankohta lisätä puita on silloin, kun kattilassa ei ole enää kuin hiillos. (Wahlroos 1979.)

Alapalokattilassa palaminen tapahtuu nimensä mukaisesti kattilan alaosassa. Polttopuut ovat palotilassa, jonka pohjana on arina ja arinan alla tuhkasäiliö. Alapalokattila on siinä mielessä hyvä, että palo ei tapahdu ylöspäin. Tällöin puita voi lisätä ihan milloin vain, eikä palamisteho pääse laskemaan. Alapalokattilan toisena hyvänä puolena pidetään sitä, että vielä syttymättömät päällimmäisetkin puut lämpenevät jo valmiiksi palotilassa. Tämä tehostaa puun palamista puhtaasti. Palamiseen tarvittava ilma imetään joko savupiipun tai savukaasupuhaltimen avulla. (Wahlroos 1979.)

Käänteispalokattilan toimintaperiaate muistuttaa hyvin paljon alapalokattilan toimintaa, mutta kaasujen jälkipoltto on hallitumpaa kuin alapalokattilassa. Käänteispalokattilassa puiden palaminen tapahtuu arinan päällä, ja sieltä liekit menevät arinasta alaspäin tuhkatilaan. Tuhkatila on kaikista kovimmalla kulutuksella, koska siellä palavat puun palamisesta syntyvät pyrolyysikaasut. Tämä tekee puun palamisesta mahdollisimman tehokasta ja puhdasta. Palamisen vaatima tulipesän veto on varmistettu yleensä savukaasupuhaltimella. Käänteispalokattila on huomattavasti kalliimpi hankinta kuin muut puulle käytettävät kattilat. Tämän takia niitä on Suomessa hyvin vähän käytössä, mutta Keski-Euroopassa käänteispalokattila on hyvin yleinen. (Tissari 2005; Wahlroos 1979.)

4.4.2 Kustannukset

Klapeilla lämmittäminen on yksi halvimmista tavoista tuottaa rakennukseen lämpöenergiaa, varsinkin jos omalle työlle ei lasketa palkkaa. Myös laitteistokustannukset ovat edulliset verrattuna moneen muuhun lämmitysjärjestelmään. Klapeilla lämmittäminen on varsinkin silloin erittäin edullista, jos korjaa itse tarvittavat puut omasta metsästä tai tuttavien metsästä saa korjata puita sopuhintaan. Jos polttopuita joutuu ostamaan, niin tällöin lämmityskustannukset nousevat. Tällöin lämmityskustannusten muodostuminen riippuu suurilta osin puiden hinnasta. Klapien hinta vaihtelee Suomessa hyvin paljon riippuen sijainnista, myyjästä, klapien laadusta ja puulajista. Keskihintaa klapeille on vaikea sanoa, mutta noin 55 €/i-m³ koivuklapeista on sellainen suuntaa-antava perushinta.

Taulukko 1. Eri puulajien lämpöarvoja ja – määriä (Miksi koivua pidetään parhaana polttopuuna?, [viitattu 19.2.2016]).

Puulaji	Lämpöarvo (kWh/kg)	Lämpömäärä (kWh/irto-m ³)	Lämpömäärä (kWh/pino-m ³)
Mänty	4,15	810	1 360
Kuusi	4,10	790	1 320
Koivu	4,15	1 010	1 700
Leppä	4,05	740	1 230
Haapa	4,00	790	1 330
Puupelletti (kosteus < 10 p-%)	4,8	3,1	-
Puubriketti (kosteus < 10 p-%)	4,8	-	-

Kun tietää tarvitsemansa lämpöenergian määrän ja klapien hinnan, on vuotuisen lämmityskustannuksen laskeminen taulukkoa (taulukko 1.) apuna käyttäen helppoa. Otetaan esimerkki, jossa tarvittava lämpöenergian määrä on 20 000 kWh/vuosi ja koivuklapeista joutuu maksamaan 55 €/irto-m³. Tällöin koivua tarvittaisiin 19,80 i-m³ ja klapeille tulisi hintaa kyseisen esimerkin mukaan 1089 €/vuosi.

4.4.3 Hyödyt

Yksi suurimmista hyödyistä monelle käyttäjälle on sen edullisuus. Klapeilla lämmittämisen hyvä puoli on myös se, että polttoaine on uusiutuvaa ja kotimaista. Puun polton ympäristöystävällisyyteen ei oteta tässä kantaa, koska siitä on olemassa niin paljon eriäviä mielipiteitä. Polttopuuta kerätessä tulee samalla kätevästi hoidettua metsiä kuntoon. Varsinkin jos puut tulevat omasta metsästä, niin tällöin itselle tulee suurin hyöty, kun hoitaa samalla omia metsiä sekä saa samalla hyvää hyötyliikuntaa.

4.4.4 Haitat

Suurimpana klapeilla lämmittämisen haittana on se, kuinka työläs sitä on käyttää. Se vaatii käyttäjältään erittäin paljon aikaa, lähestulkoon omistautumista. Klapikattila täytyy käydä aina käsin täyttämässä aina määrätyn määräjain. Klapeja pitää käydä laittamassa kattilaan kesälläkin lähes päivittäin ja kylmimpinä aikoina useamman kerran päivässä. Toki tämä riippuu myös tarvittavasta lämpöenergiasta ja laitteistosta sekä kuinka laitteisto on asennettu, huollettu ja säädetty. Hyvä muistisääntö kuitenkin on, että kattilassa pidetään päivittäin tulta. Haittapuolena on myös puiden vaatima suuri varastotila. Tämän takia puilla lämmitys ei tule vaihtoehdoksi silloin, jos ei ole riittävästi tilaa varastoida klapeja.

Kylmimpinä aikoina lämmöntarve on suuri. Jos klapilämmittäjä ei ole varastoinut riittävästi klapeja itsellensä, voi niiden saanti kylmimmillä keleillä olla hankalaa. Tuolloin on klapimyyjän kovin sesonki ja on monia muitakin, jotka haluavat polttopuita. Vaikka klapilämmittäjä omistaisikin omaa metsää, tai jos hänellä on tuttuja, joilta puita saa, niin vaatii tämä klapilämmittäjältä hyvää valmistautumista tulevaan lämmittämiseen. Polttopuiden pitää antaa kuivua vähintään yhden kokonaisen kesän, jotta niitä kannattaa alkaa polttamaan ja että ne palavat mahdollisimman tehokkaasti.

4.5 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumpun asentaminen on erittäin hyvä ratkaisu esimerkiksi sähkölämmitteisessä talossa. Laadukas ja oikein säädetty sekä asennettu ilmalämpöpumppu voi laskea lämmitysenergian kulutuksen jopa puoleen. Ilmalämpöpumppu sopii jonkun muun lämmitysmuodon rinnalle täydentämään lämmitystä ja/tai vähentämään energian kulutusta. Pumpulla on hyvä hyötysuhde. Se tuottaa ainakin suoraan sähkölämmitykseen verrattuna paljon enemmän lämpöä, kuin kuluttaa sähköä. Ilmalämpöpumppu ainoana ympärivuotisena lämmönlähteenä on mahdollinen, mutta sen tulee olla tarpeeksi järeä. Jos valitaan liian pieni pumppu, se joutuu kylmänä aikana käytännössä pyörimään koko ajan täydellä teholla. Vaikka pumpput on suunniteltu kestämaan kovaa käyttöä, olisi niidenkin kuitenkin hyvä antaa joskus levähtää. Ilmalämpöpumpun käyttö kannattaa vielä jopa -20 celsiusasteessa, riippuen laitteesta. (Isosaari 2012.)

4.5.1 Järjestelmän toiminta

Ilmalämpöpumpun toimintaperiaate on hyvin samanlainen kuin maalämpöpumpulla. Lämpö otetaan kuitenkin nimensä mukaan ilmasta eikä maasta. Myös ilmalämpöpumpulla pystytään sekä lämmittämään että jäähdyttämään. Jäähdytettäessä käänetään vain kierto eri päin, eli lämpöä otetaan sisäilmasta ja siirretään ulos. Ulkoyksikön ja sisäyksikön välillä kiertää kylmäaine. Ulkoyksikön höyrystimessä kylmäaine höyrystyy ja sitoo itseensä ulkoilman lämpöä. Tämän kompressorin nostaa paineen avulla höyryn lämpötilaa. Kuumennettu höyry etenee sisäyksikölle, jossa se ohjataan lauhduttimeen. Lauhdutin on tavallaan putkistosta koostuva ritilä, jonka putkissa kuumennettu kylmäaine kiertää. Sisäyksikkö kierrättää ilmaa koneellisesti siten, että se ottaa yläkautta viileämpää sisäilmaa sisään ja puhalttaa sen koneen sisällä lauhduttimen läpi. Tällöin kuumennetun kylmäainehöyryn lämpö siirtyy lauhduttimen läpi kulkevaan ilmaan, jolloin ilma lämpenee ja kaasusti viilenee. Lämminnyt ilma jatkaa matkaa ulos sisäyksiköstä lämmittämään huonetta. Kylmäaine taas lähtee palaamaan kohti ulkoyksikköä, jossa se muuttuu paisuntaventtiilissä takaisin nesteeksi, ja jatkaa taas höyrystimeen keräämään lämpöä. Ilmalämpöpumpulla voidaan lämmittää myös käyttövesi. Tällöin kuumennettu höyry ohjataan esimerkiksi

lämminvestivaraajan sisälle oleviin putkispiraaleihin, jotka kulkevat veden seassa. Näistä spiraaleista höyryn lämpö siirtyy veteen. (Isosaari 2012.)

4.5.2 Kustannukset

Ilmalämpöpumpussa kallein kustannus on itse laitteen ostaminen ja asentaminen. Varsinaiset käyttökustannukset riippuvat laitteen sähkönkulutuksesta.

Ilmalämpöpumppujen energiatehokkuutta ilmaistaan COP-kertoimella. Kerroin ilmaisee, kuinka paljon lämpöä laite tuottaa verrattuna käyttämänsä sähkön määrään. Jos COP-kerroin on esimerkiksi 3,2, laite tuottaa tällöin 3,2 kilowattia lämpöä 1 kilowatilla sähköä. (Isosaari 2012.)

4.5.3 Hyödyt

Ilmalämpöpumpulla voidaan varsinkin suorasähkön rinnalle asennettuna säästää huomattavasti sähkölaskussa. Ilmalämpöpumpulla voi myös helpottaa lämmitystä, esimerkiksi kesäaikana ei välttämättä ole tarvetta lämmittää kuin pelkkä käyttövesi. Jos vaikkapa pelkällä puulämmityksellä varustetussa talossa jouduttaisiin tekemään tuli pannuun pelkän käyttöveden takia, menee lämpöä luultavasti hukkaankin. Puukattilan teho on yleensä laskettu lämmittämään sekä taloa että käyttövettä. Tässä tilanteessa ilmalämpöpumppu voisi lämmittää käyttöveden. Tällöin pumppu lähtee käyntiin vain silloin, kun tarvitaan, eli jos käyttöveden lämpötila laskee liian alas. Tällöin turhaa lämmitystä ei tapahdu. Lisäksi säästytään polttopuiden käsittelyn ja kattilan sytyttämisen vaivalta. Lisäksi viilennysmahdollisuus tuo mukavuutta kesähelteillä.

4.5.4 Haitat

On olemassa väitteitä ilmalämpöpumppujen negatiivisista vaikutuksesta sisäilmaan. Ilmalämpöpumpuilla on tarkoituskin vaikuttaa sisäilman laatuun viilentäen, lämmit-

täen, raikastaen tai kosteuttaen sitä. Terveysongelmia voi aiheuttaa ilmalämpöpumpuista huoneilmaan leviävä otsoni. (Ilmalämpöpumppu voi aiheuttaa kosteusongelman, [viitattu 5.3.2016].)

Otsonista johtuvat terveyshaitat ovat riippuvaisia altistuksen ajallisesta pituudesta, määrästä, fyysisen rasituksen määrästä otsonin vaikutuksen alaisena sekä vaikutuksen kohteena olevan henkilön terveydentilasta. Arvioiden mukaan noin 10 % ihmisistä on otsonille erittäin herkkiä. Otsoni voi vahingoittaa hengitysteitä ja aiheuttaa ongelmia verenkierron ja hengitysilman välillä tapahtuvassa kaasujen vaihdossa, eli hapen siirtymisessä verenkiertoon ja hiilidioksidin poistumisessa uloshengitysilmaan. (Otsoni ilmansaasteena, [viitattu 5.3.2016].)

Jäähdytyskäytössä ilmalämpöpumppu saattaa muodostaa kosteutta. Jos sisäilmaa viilennetään ulkoilmaa viileämmäksi, voi kosteus tiivistyä rakennuksen seinien kosteussulun väärälle puolelle. Riski kasvaa etenkin silloin, jos ulkoilma on erityisen kostea ja lämmintä. Pientaloja, joihin ilmalämpöpumppu laitetaan jälkiasennuksena, ei ole yleensä suunniteltu jäähdytettäväksi. Itse pumpussa tiivistyy ja syntyy normaalisti kondensaatiovettä. Pumppu tiputtaa sen poistoputkensa kautta yleensä seinän lähelle. Veden määrä voi tuntua vähäiseltä, mutta sen pois johtamisesta tulisi kuitenkin huolehtia. Pidemmällä aikavälillä pienistäkin määristäkin kasvaa suuria, joten seurauksena voi olla kosteusongelmia. Pitkittyneistä kosteusongelmista taas on seurauksena homeongelmia, joiden vaikutukset sisäilmaan ja terveyteen ovat ilmeisiä. Yleisesti ottaen ilmalämpöpumput ovat melko uusi keksintö, ja niiden suosio on kasvanut nopeasti. Tutkimustietoa pitkäaikaisista vaikutuksista ei ole. Tällaista tietoa tulisi saada mahdollisimman nopeasti, jotta mahdollisiin oikeisiin haittoihin voitaisiin puuttua ja turha pelottelu saataisiin karsittua pois. (Ilmalämpöpumppu voi aiheuttaa kosteusongelman, [viitattu 5.3.2016].)

4.6 Aurinkoenergia

Maailmalla aurinkoenergian markkinat kasvavat nopeasti. Suomessa kasvu on hitaampaa ja aurinkoenergiaa käytetään lähinnä vain alueilla, jossa ei ole saatavilla verkkovirtaa. Aluksi myös kennojen hinta oli niin korkea, että se vaikeutti markki-

noita, mutta tekniikan kehittymisen myötä hinnat ovat alkaneet laskea. Aurinkolämmön kerääminen on alkanut kiinnostaa yhä enemmän. Suomessa on noin 4000–5000 aurinkolämpöjärjestelmää. (Isosaari 2012.)

Auringon energiaa voidaan käyttää joko aktiivisesti tai passiivisesti. Aktiivisesti hyödyntäessä auringon energiaa muutetaan lämmöksi aurinkokeräimillä tai vastaavasti sähköksi aurinkokennoilla. Passiivisessa käytössä auringon lämpöä ja valoa käytetään suoraan ilman laitteita. Etelä-Euroopassa auringon säteilyteho verrattuna Etelä-Suomeen on noin 50 % suurempi, joten siellä aurinkoenergiaa pystytään käyttämään paremmin. Aurinkokeräinten yleisin käyttömuoto on käyttöveden lämmittäminen. Keräimiä voidaan kuitenkin käyttää myös huoneiden lämmittämiseen. Aurinkolämmitysjärjestelmän vahvuus on se, että se on yhdistettävissä kaikkiin päälämmitysjärjestelmiin. Optimaalinen tilanne on se, että rakennuksessa on jo ennestään lämminvesivaraajallinen lämmitysjärjestelmä. Tällöin aurinkokeräin voidaan liittää suoraan varaajan yhteyteen lämmittämään vettä. (Tuuli- ja aurinkoenergia energianlähteinä, [viitattu 7.3.2016].)

4.6.1 Järjestelmän toiminta

Yleisin keräinratkaisu lämmönkeruussa on nestekiertoinen tasokeräin, jossa pumppu kierrättää keräimessä veden ja glykolin seosta. Keräimessä lämminnestekierto kiertää talon lämmitysjärjestelmään, jossa lämpöenergia siirtyy lämmönvaihtimen avulla käyttöveteen tai lämmitysjärjestelmään. Kuten maalämmössä, tässäkin lattialämmitys on parempi vaihtoehto verrattuna pattereihin, sillä lattialämmössä riittää alhaisempi kiertoveden lämpötila. Järjestelmän mitoitus perustuu kesäkauden energiankulutukseen ja käyttöveden tarpeeseen. Tehokkaampi vaihtoehto lämmön keräämiseen ovat tyhjiöputkikeräimet. (Tuuli- ja aurinkoenergia energianlähteinä, [viitattu 7.3.2016].)

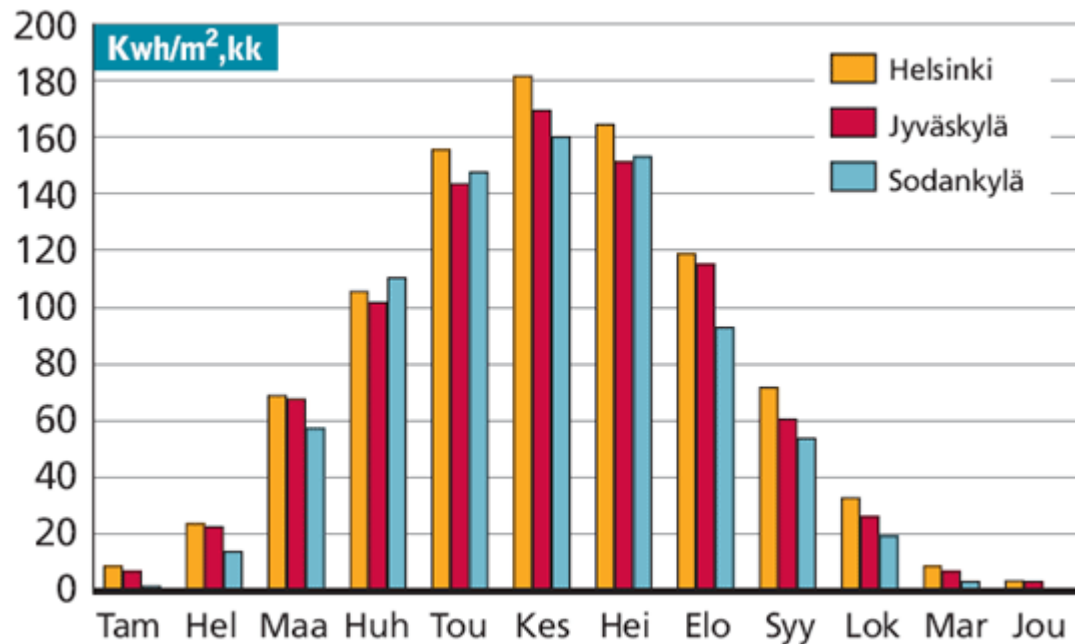
Tyhjiöputkikeräin koostuu useista rinnakkaisista putkista. Putkissa on lasinen kuori, joiden sisällä on U-muotoinen kupariputki, josta muodostuu suljettu kierto. Itse tyhjiö on lasisen kuoren ja kupariputkien välissä. Kupariputken sisällä virtaa neste, joka höyrystyy alhaisessa lämpötilassa. Putket muodostavat lämmönsiirtopiirin, joissa

tyhjiöputkien keräämä lämpö siirtyy höyrystyneestä keruunesteestä lämmönsiirtimen avulla käyttöön. Keräimen etu on siinä, että tyhjiö muodostaa niin hyvän eristeen, ettei ulkolämpötilalla suurta vaikutusta. Tämän vuoksi käyttö voidaan aloittaa aikaisin keväällä ja jatkaa myöhään syksyyn lämpötilasta riippumatta, kunhan auringon säteilyenergiaa on saatavilla. (Heat-pipe-tyhjiöputkikeräimet, [viitattu 7.3.2016].)



Kuva 12. Tyhjiöputkikeräin (Heat-pipe-tyhjiöputkikeräimet, [viitattu 7.3.2016]).

Yleisimpien keräimien koko on noin 2,5 m². Jos käytössä on esimerkiksi 300 litran vesivaraaja, riittää lämmitykseen 2–3 kappaletta 2,5 m² keräintä. Kun varaajaan koko suurenee 500–700 litraan, keräinpinta-alaa tarvitaan noin 10–15 m². Eniten auringon säteilyenergiaa on saatavilla kevät ja kesäkuukausina.



Kuvio 13. Auringon säteilymäärät vaakatasolle kuukausittain (Auringon säteily vaakatasolle, [viitattu 7.3.2016]).

4.6.2 Kustannukset

Pienet järjestelmät maksavat noin 4000 euroa. Tämän kokoluokan järjestelmä sopii esimerkiksi kesämökille tai muuhun tällaiseen pienempään käyttöön. Suuremmista järjestelmistä puhuttaessa hinta nousee 8000–10 000 euroon. Lisäksi tulee vielä rakennus ja urakointikustannukset, jotka ovat noin 2000–3000 euroa. (Isosaari 2012.)

4.6.3 Hyödyt

Kesäaikana käyttövesi voidaan lämmittää jopa pelkästään aurinkoenergialla (Isosaari 2012). Aurinkoenergia on uusiutuvaa, ja sen aiheuttamat hiilidioksidipäästöt syntyvät lähinnä perustamisvaiheessa. Itse käyttöä mainostetaan helppona, huoltovapaana ja ekologisena vaihtoehtona. Korvaamalla bioenergiaa aurinkoenergialla voidaan vähentää hakkuita ja suojella eri ekosysteemejä. Aurinkoenergia voi olla hyvä lisä varsinaisen päälämmitysjärjestelmän rinnalle.

4.6.4 Haitat

Alkuinvestointi on kallis. Suuren kokoluokan järjestelmän hinta lähentelee jo pinta-vetona toteutetun maalämmön hintaa, ja maalämpö on kuitenkin tehokkaampi ja sitä voidaan Suomessa käyttää ympäri vuoden. Aurinkoenergiaa ei pääsääntöisesti voi Suomen olosuhteissa käyttää päälämmitysjärjestelmänä. (Isosaari 2012.)

4.7 Pientuulivoima



Kuva 14. Pientuulivoimala (Pientuulivoima, [viitattu 7.3.2016]).

Pientuulivoimalat ovat tehollisesti huomattavasti pienempiä, kuin teolliseen tuotantoon tarkoitettut tuulivoimalat. Voimalat, joiden potkuri pinta-ala on alle 200 m², määritellään pientuulivoimaloiksi. (Pientuulivoima, [viitattu 7.3.2016].)

Pientuulivoimala on energian lähteenä yksi harvoista, joissa energian tuotannossa ei synny minkäänlaisia päästöjä. Ainoastaan laitteiden tekemisessä ja asennuksessa syntyy päästöjä. Pientuulivoimaloita käytetään muun muassa kotitalouksissa, loma-asunnoissa ja maataloudessa. Pelkästään tuulesta ei saada kaikkea tarvittavaa energiaa. Tyynellä säällä laite ei tuota lainkaan energiaa ja pienellä laitteistolla ei saada välttämättä tuulisellakaan säällä tuotettua kaikkea tarvittavaa energiaa. Pientuulivoimala tarvitsee rinnallensa toisen lämmitysjärjestelmän turvaamaan tarvittava lämpöenergian saanti. Tämä korostuu varsinkin tyyninä päivinä. Pientuulivoimalan koko ja valitseminen riippuu erittäin paljon siitä, mihin tuulivoimala tulee. Kaikista eniten päätökseen vaikuttaa sijainti. Ei ole yhtä ja ainoa tuulivoimalaa, joka toimii kaikkialla. Toki nyrkkisääntönä voidaan hyvänä paikkana pitää sellaista, joka on mahdollisimman korkealla ja aukealla, ja johon tuuli pääsee virtaamaan vapaasti joka suunnasta.

4.7.1 Järjestelmän toiminta

Rakenteeltaan pientuulivoimalat ovat hyvin samankaltaisia toistensa kanssa. Suurin osa on kolmisiipisiä ja vaaka-akselisia. Roottorit kääntyvät automaattisesti tuulen suuntaan. Pientuulivoimalan toiminta perustuu siihen, että tuulen liike-energia muutetaan pyörimisenergiaksi pientuulivoimalan siipien avulla. Kun siivet pyörivät tuulen voimasta, ne pyörittävät akselia, joka on yhteydessä generaattoriin. Tämän jälkeen pyörimisenergia muutetaan generaattorissa sähköenergiaksi ja se johdetaan haluttuun paikkaan. (Tuulivoimateknologia, [viitattu 7.3.2016].)

Tuulivoimalla tuotettua sähköenergiaa voidaan käyttää lämmitysenergian tuottamiseen. Parhaimman hyödyn saa siten, että tuulella tuotettu sähköenergia johdetaan lämminvesivaraajassa oleviin sähkövastuksiin, jotka lämmittävät varaajan vettä.

Oikein mitoitetulla pientuulivoimalalla voidaan tuottaa tuulisella säällä kaikki rakennuksen tarvitsema lämmitysenergia, mutta tyynellä kelillä tarvitaan toista lämmitysmuotoa tuulivoiman rinnalle. Valittaessa pientuulivoimalaa, olemassa on suuntaa antavia tehoalueita eri rakennuksille, joiden mukaan tuulivoimala kannattaa mitoittaa.

Taulukko 2. Pientuulivoimalan mitoitus (Pientuulivoima, [viitattu 7.3.2016]).

Käyttöpaiikka	Tehoalue	Lapojen halkaisija, noin
Pientalot	2 - 10 kW	4 - 10 m
Maatilat	5 - 200 kW *	6 - 25 m
Teollisuusympäristöt	5 - 200 kW *	6 - 25 m
Kesämököt	100 W - 1 kW	1,2m - 3m
Veneet	20 - 100 W	60 cm - 1,2 m

4.7.2 Kustannukset

Pientuulivoimalan suurimmat kustannukset tulevat laitteiston hankinnasta. Esimerkiksi 14 000 kWh vuosituotolla toimiva pientuulivoimala maksaa maston korkeudesta riippuen 16 700 € - 18 600 €, riippuen onko pituus 18 vai 24 metriä. Takaisinmaksuajaksi laitteistolle on laskettu 18 vuotta. (Pientuulivoimalat, [viitattu 7.3.2016].)

Laskelmissa ei ole otettu huomioon asennuskustannuksia, ylläpitokustannuksia tai pääomakustannuksia. Pientuulivoimalan käyttöiäksi on arvioitu noin 25 vuotta. Näiden laskelmien mukaan ei ole siis edes varmaa, voidaanko laitteistoa käyttämällä säästää rahaa.

4.7.3 Hyödyt

Pientuulivoimalla saadaan tuotettua tuulisella paikalla taloudellista ja ympäristöystävällistä energiaa. Toimiessaan toivotulla tavalla, tuulivoimala alkaa tuottaa ilmaista sähköä alkuinvestointien jälkeen. Tuulivoimalla saadaan tuotettua sähköä myös sinne, minne ei yleinen sähköverkko yllä. Esimerkiksi purjeverneelle saadaan tuotettua sähkö pientuulivoimalla sijoittamalla veneeseen pieni roottori ja generaattori. Tuulella tuotettu energia mahdollistaa sähköomavaraisuuden. Pienemmässä mittakaavassa, esimerkiksi kesämökillä, tuulella voidaan tuottaa kaikki tarvittava sähköenergia. Myös suuremmassa mittakaavassa, esimerkiksi valtio, voi hyödyntää

tuulesta saatavaa energiaa. Hyvin moni valtio onkin lisännyt omavaraista energia-tuotantoaan juuri tuulivoimaloiden avulla.

4.7.4 Haitat

Tuulivoimalla tuotetun sähköenergian suurin heikkous on tuulivoimatekniikan riittämättömästä kehityksestä johtuva alhainen sähköteho ja tuotettavan energian kalteus. Pientuulivoimaloiden suurimpina ympäristöhaittoina pidetään niiden suurta kooka sekä niiden aiheuttamaa melua. Suuren koon takia ne vaikuttavat maisemakuvaan hyvin paljon ja aiheuttavat lisäksi valon ja varjojen liikettä. Valon ja varjojen liike onkin tärkeä ottaa huomioon varsinkin pientuulivoimalan välittömässä läheisyydessä, jotteivat ne häiritsisi asukkaita. Suurimpien pientuulivoimaloiden on myös huomattu haittaavan linnustoa, sillä linnut saattavat törmätä voimalan pyöriviin lapoihin. Melu, jota pientuulivoimalan pyörivät lavat aiheuttavat, kantautuu hyvinkin pitkiä matkoja. suurimpien pientuulivoimaloiden melu kuuluu jopa satojen metrien päähän. Melun leviämiseen vaikuttaa hyvin paljon maaston pinnanmuoto, kasvillisuus sekä sääolot.

5 LÄMMITYSKOhteet

Seuraavaksi käsittelemme opinnäytetyömme varsinaisia lämmityskohteita, eli Peuralan maatilaa ja Hakala kotitilaa. Esittelemme kohteet ja niiden nykyiset lämmitysjärjestelmät ja kerromme, miksi lämmitysmuotoa halutaan vaihtaa. Molemmat kohteet ja ehdotus uudesta lämmitysratkaisusta esitellään omina osuuksinaan. Selvitämme kustannukset uudelle sekä nykyiselle lämmitysjärjestelmälle. Pohdimme kyselyistä saatuja tuloksia, tuomme esille omia mielipiteitämme ja näiden kaikkien pohjalta teemme päätelmät, mikä olisi paras tapa hoitaa lämmitys jatkossa.

5.1 Hakalan kotitila

Hakalan tila sijaitsee Pirkanmaalla Ikaalisissa. Kohde on vanha maatila, joka koostuu asuintalosta, navettarakennuksesta ja autotalli-varasto-rakennuksesta. Asuinrakennus on kolmikerroksinen, ja lämmitettyä asuintilaa on 183m². Lisäksi löytyy kylmillään olevaa varastotilaa. Lisäksi lämmityksessä tullaan ottamaan huomioon autotalli/varasto-rakennus, joka on tällä hetkellä kylmää tilaa, kooltaan noin 200m². Tämä vanha rakennus olisi jossain vaiheessa tarkoitus purkaa ja tilalle rakentaa uusi samaa kokoluokkaa oleva lämmin halli. Uusi lämmitysjärjestelmä tullaan mitoittamaan niin, että sama systeemi riittää lämmittämään asuintalon ja hallin. Yksi vaihtoehto olisi lämmittää molemmat erikseen, halliin voisi laittaa esimerkiksi oman pienen puukattilan. Tämä kuitenkin lisää lämmitykseen liittyvää työtä, sillä kyseisessä tilanteessa erikseen lämmitettäviä rakennuksia olisi kaksi. Lisäksi uskon, että jossain vaiheessa halli jäisi viitseliäisyyden puutteessa kokonaan lämmittämättä, tai sitä tulisi lämmitettyä vain silloin, kun siellä tarvitsisi esimerkiksi huoltaa autoa. Tällöin olisi mielestäni turhaan laitettu rahaa hallin eristyksiin ja lämmitysjärjestelmään. Haluan hallin, joka on koko ajan lämmin, jos se kerran on sellaiseksi rakennettu. Muuten riittäisi kylmä halli, joka on olemassa jo nykyäänkin.



Kuva 15. Asuinrakennus (Hakala 2016).

Pihapiirin kolmas rakennus, vanha navetta, on tarkoitus pitää jatkossakin kylmänä varastorakennuksena. Siihen liittyy kuitenkin käyttömahdollisuuksia koskien uutta lämmitysjärjestelmää, joista kerron lisää myöhemmin.



Kuva 16. Navettarakennus (Hakala 2016).



Kuva 17. Autotalli (Hakala 2016).

5.1.1 Nykyinen lämmitysjärjestelmä

Tällä hetkellä asuinrakennus lämpiää klapeilla. Lämmityskattilana toimii Arimax-merkkinen 35 kilowatin alapalokattila. Vieressä on Akvaterm-merkkinen 2000 litran lämminvesivaraaja. Varalämmitysjärjestelmänä toimii lämminvesivaraajassa oleva sähkövastus, joka on teholtaan 6 kW.



Kuva 18. Nykyinen lämmityskattila (Hakala 2016).

Lisäksi talossa on olohuoneessa takka ja keittiössä vanha leivinuuni sekä puuhella. Nämä kaikki kolme ovat muuten toimintakuntoisia, mutta hormeihin on tullut ajan saatossa halkeamia, eli ne pitää paloturvallisuuden vuoksi korjata. Tämän jälkeen niitä voi taas käyttää.

Nykyinen klapilämmitysjärjestelmä (lämmityskattila ja lämminvesivaraaja) on asennettu vuonna 2000, jolloin luovuttiin öljylämmityksestä. Lämpö siirtyy taloon vesikiertoisten levypattereiden avulla. Kellarikerroksen kodinhoito-, sauna- ja pesutiloissa on tehty remontti, joiden yhteydessä niihin tiloihin on asennettu lattialämmitys.

Hyviä puolia puulämmityksessä on sen edullisuus ja omavaraisuus. Uusi lämmitys-pannu maksaa noin 2000–6000 euroa (Puukattilat, [viitattu 6.4.2016]). Lisäksi asennus ja sähkötyöt, jotka maksavat noin 500–1000 euroa.



Kuva 19. Lämmövesivaraaja (Hakala 2016).

Käytössä puulämmitys ei kuluta rahaa juuri yhtään. Sähköä kuluttavat vain vesipumput ja automaattinen tulipesän ilmaluukun säädin, joka säätelee palamisen sopivalle tasolle rajoittamalla, tai lisäämällä hapen saantia avaamalla, tai sulkemalla tulipesän ilmaluukkua.

Lämmityksessä käytettävä puu on mahdollista saada omasta metsästä, jolloin siitäkään ei tarvitse erikseen maksaa. Asennuksen jälkeen puulämmitys on siis käyttökustannuksiltaan hyvin edullinen, etenkin jos puut saadaan omasta metsästä. Vuoden 2000 asennuksen jälkeen meillä ei ole ollut muita huoltokustannuksia kuin yhden vesipumpun vaihto, noin 230 euroa, sekä arinan vaihto, noin 100 euroa. Puulämmitys on ollut ja on kaiken kaikkiaan hyvin edullinen lämmitysmuoto.

Puulämmityksen edullisuudesta puhuttaessa ei useinkaan lasketa hintaa omalle työlle. Jos polttopuut ostetaan valmiiksi tehtynä ja kotiin tuotuna, hinta on esimerkiksi koivuklapilla noin 50–100 euroa/irtokuutio. Itse metsästä korjattuna ja tehtynä hintaa kertyy ainoastaan korjuuseen ja tekoon käytettävien laitteiden ja koneiden polttoainekustannuksista.

Puun saanti pystymetsästä laadukkaaksi kuivaksi polttopuiksi lämmityskattilan pesään vaatii kuitenkin paljon vaivaa. Seuraavaksi kerrotaan, miten polttopuiden valmistus tapahtuu kohteena olevalla tilalla.

Ensin puut tulee kaataa, karsia ja pätkiä sopivan kokoisiksi kuljetusta varten. Tämän jälkeen ne tulee kuljettaa paikalle, jossa rungot pilkotaan polttopuiksi. Pilkottaessa rungot pätkitään sopivan kokoisiksi, tässä tapauksessa 30 cm pituisiksi, jolloin ne sopivat hyvin lämmityskattilan pesään. Tämän jälkeen pätkät halkaistaan, tässä tapauksessa kahteen, neljään tai kuuteen osaan valitsemalla sopiva halkaisuterä puun paksuuden mukaan. Polttopuun tulisi olla mahdollisimman tasakokoista, jotta palaminenkin olisi tasaista ja käsiteltävyys helpompaa.



Kuva 20. Polttopuiden tekoa (Hakala 2016).

Halkaisun jälkeen puiden tulee antaa kuivua noin kevään ja syksyn välinen aika. Valmiit polttopuut voidaan heitellä kasalle. Kun puut ovat kuivia, ne tulee suojata sateelta kevytpeittein. Toinen vaihtoehto, jos käytettävissä on tyhjiä peräkärriä, on heitellä puut tekemisen yhteydessä suoraa kärriille, joka siirretään suojaan. Kolmas käytössä oleva vaihtoehto on puiden pinoaminen suoraan polttopuille sopiviksi muokatuille kuormalavoille. Niillä puut voivat kuivaa, ne voidaan peitellä ja ne voidaan myöhemmin siirtää traktorin trukkipiikeillä suoraan asuinrakennukseen käyttöä varten. Peitteiden alla kasalle heitellyt puut tulee siirtää traktorin kärriille, jolla ne siirretään asuinrakennukselle.

Asuinrakennuksen kellarikerroksessa pannuhuoneen vieressä sijaitsee polttopuuvarasto. Puilla lastattu traktorin peräkärri ei mahdu sinne, vaan puut tulee pinota kärriyltä varastoon. Polttopuukuormalavat taas voidaan lykätä suoraa varastoon. Polttopuukuormalavat ovat siis käteviä siirrellä, mutta niiden tekemiseen menee aikaa. Kuormalavojen laidoille tulee kiinnittää laudat, jotka tukevat lavalle pinottavat

puut. Lisäksi puut tulee pinota siististi. Nämä toimet vievät aikaa verrattuna kasalle tai kärrylle heittelyyn.

Kun puut on pinottu puuvarastoon, tulee ne pinolta sitten vielä nostella lämmityskat-tilan pesään ja sytyttää tuli. Tässä vaiheessa puita on käsitelty ja siirrelty jo aika monta kertaa. Tulen palaessa kotoa ei saa lähteä tulipaloriskin tai muiden ongelma-tilanteiden mahdollisuuden takia. Esimerkiksi, jos sähköt katkeavat, sähköllä toimi-vat pumpput lakkaavat kierrättämästä vettä, jolloin pannun sisällä olevan veden läm-pötila nousee liian korkeaksi. Tämä voi aiheuttaa pannulle vaurioita veden alkaessa kiehua ja paineen noustessa liian suureksi. Pannussa on toki varoventtiilit, mutta vaurioita voi silti syntyä. Paikalla ollessa tilanteeseen voi reagoida. Toki muillekin lämmitysjärjestelmille sähkön katkeaminen aiheuttaa ongelmia, mutta muissa, esi-merkiksi maalämmössä, sähkön katkeaminen ei aiheuta suoria vaurioita, lämmön tulo vain lakkaa.

Lämmitys vaatii siis aina konkreettista työtä ja paikalla oloa. Esimerkiksi talviaikaan matkalle lähtiessä varavaihtoehtona oleva sähkövastus tulee kytkeä päälle ja ison talon sähkölämmitys tulee kalliiksi. Normaalissa päivätöissä käyvän ihmisen aa-muista tai illoista, tai kylmimpinä aikoina molemmista, lämmitys vie oman aikansa.

Polttaminen aiheuttaa myös aina tulipaloriskin. Lisäksi etenkin sytytysvaiheessa, tai luukkuja availtaessa puiden lisäämisen tai tulen kohentamisen yhteydessä, kellari-kerrokseen pääsee savua. Savu voi aiheuttaa myös hetkellisiä hajuhaittoja talon muissa kerroksissa. Vaikka näkyvää savua ei jatkuvasti pesästä kellarikerrokseen pääsekään, palaminen nokeaa kellarikerroksen tiloja ja säilytyksessä olevia tava-roita.

5.1.2 Perustelut lämmitysjärjestelmän vaihtamiselle

Puulämmitys on mielestäni varmatoiminen, edullinen ja ekologinen vaihtoehto. Myös polttoaineomavaraisuus on hyvä asia. Kohdetilalla vallitsevat järjestelyt kui-tenkin hankaloittavat ja lisäävät puulämmitykseen liittyvää työtä. Jos asuinraken-nuksen puuvarasto olisi tarpeeksi iso, puiden kuivettua kärryn voisi siirtää suoraa sisälle asuinrakennuksen puuvarastoon. Tällöin puut voisi nostella pannun pesään

suoraa kärryiltä ilman varastoon pinoamista. Lisäksi käytössä pitäisi olla tarpeeksi kärryjä, jotta valmista puuta sisältäviä kärryjä olisi käytettävissä myös silloin, kun valmistetaan uutta erää polttopuita tyhjille kärryille. Näistä vaihtoehtoista laitehankinnat ovat mahdollisia, mutta puuvaraston muokkaaminen olisi hyvin hankalaa ja hintavaa. Samalla hinnalla saa jo vaihdettua lämmitysjärjestelmää, tässä tapauksessa helppokäyttöisempään. Vaikka polttopuuprosessia helpottaisikin esimerkiksi mainituilla ratkaisuilla, on puiden tekemisessä edelleen oma vaivansa ja lämmittämistyö ei katoa mihinkään.

Tarkoitus olisi vaihtaa lämmitysjärjestelmää ja päästä eroon lähes kaikesta lämmitykseen liittyvästä vaivasta. Vanhassa maatalossa ja pihapiirissä tulee kyllä olemaan tekemistä ja remontoitavaa normaalin päivätyön sekä mahdollisen perhe-elämän puitteissa ihan tarpeeksi ilman lämmitykseen liittyvää puuhasteluakin. Lisäksi tuleva lämmin halli vaatii lämmitykseltä enemmän tehoa, joten vaikka puulämmityksessä pysyttäisiinkin, tarvitsisi sitä joka tapauksessa muokata. Paloturvallisuuden ja nokeamisen kannalta olisi mukava saada käyttöön lämmitysjärjestelmä, jossa ei polteta mitään, tai vaihtoehtoisesti siirtää lämmityslaitteisto pois asuinrakennuksesta.

Asiaa pohtiessa ja opinnäytetyötä tehdessä itselle on noussut kaksi lämmitysmuotoa ylitse muiden:

Hake: Yksi vaihtoehto olisi siirtää lämmityslaitteisto vanhaan navettarakennukseen. Navettarakennukseen kuuluu noin 100m² kokoinen heinävarasto. Tässä tilassa on tällä hetkellä ritilälattia, jotta ilma pääsi kiertämään myös lattian ja heinäpaalien alla, kun heiniä kuivattiin. Purkamalla ritilälattian ja valamalla tilalle betonilattian vanhasta heinävarastosta saisi tilavan hakevaraston. Rakennuksen muihin tiloihin voisi sitten sijoittaa uuden pannuhuoneen. Navettarakennuksista lämpö siirrettäisiin lämpökanaaleja pitkin asuinrakennukseen ja hallille.

Maalämpö: Maalämpö olisi erittäin helppo ja tekniikan kehittymisen myötä myös tehokas lämmitysmuoto. Kohdetila sijaitsee maaseudulla ja ympärillä on joka suuntaan omaa metsää ja maata. Tästä syystä maalämmön keruuputkisto pystyttäisiin laittamaan niin sanottuna pintavetona, eli reilusti kalliimmilta lämpökaivojen porauksilta välttyttäisiin. Jos talven kylmimpinä aikoina teho uhkaa loppua, voisi asuintalon

takalla ja puu-uuneilla tukea lämmitystä. Otetaan esimerkiksi tilanne, jossa lämmin halli on saatu jo rakennettua, eli lämmitettävää olisi halli ja asuintalo, ja maalämmön lämmitysteho alkaa olla äärirajoilla. Tässä tilanteessa suurin osa lämmitystehosta voitaisiin ohjata käyttöveden lämmitykseen. Asuinhuoneiden lämmitystä tuettaisiin takoilla ja hallin voisi väliaikaisesti lämmittää esimerkiksi polttoöljykäyttöisellä hallilämmittimellä. Näin selvittäisiin myös kovien pakkasten ajan ilman sähkölämmitystä.

Uuden lämmitysjärjestelmän valinnassa esimerkiksi öljy oli selkeä poissuljettava vaihtoehto. Sen hinnan ailahtelevuus ja epävarma riittävyys ovat suurimmat syyt miksi en valitse öljylämmitystä. Lisäksi kohdetilalla oli aikaisemmin juurikin öljylämmitys ja siitä siirryttiin pois erityisesti kalliiden käyttökustannusten vuoksi. Turve, pelletti yms. polttoaineet eivät mielestäni ole järkeviä, kun käytettävissä on kerran omia metsävaroja ja sitä kautta saatavaa haketta. Miksi ostaa polttoainetta muualta, jos sitä saa itseltä periaatteessa ilmaiseksi. Tehon tarpeen koen olevan sellainen, että lämpöpumpuista puhuttaessa maalämpö olisi parempi kuin ilmalämpö. Maalämpöpumppu ei ole herkkä pakkaselle, eikä talon seinustalle tarvitse sijoittaa ulkoyksikköä, toisin kuin ilmalämpöpumpussa. Aurinko- ja tuulienergiamuodot olivat mukana esittelyissä lähinnä esimerkin vuoksi. Henkilökohtaisesti itselläni ei ole niihin Suomen ilmasto-oloissa vielä täyttä luottoa, ainakaan jos puhutaan kohteen päälämmitysjärjestelmästä. Toki esimerkiksi aurinkoenergialla voitaisiin tukea varsinaista lämmitysjärjestelmää. Kesäaikaan lämmön tarpeen ollessa vähäinen, auringolla voitaisiin mahdollisesti lämmittää käyttövesi kokonaan. Auringosta saataisiin myös sähköä vaikkapa maalämpöpumpun käyttöön. Nämä olisivat kuitenkin varsinaista lämmitysjärjestelmää tukevia laitteita. Nyt olisi kuitenkin tarkoitus löytää toimiva päälämmitysjärjestelmä.

5.1.3 Tehon- ja energiantarve

Lämmitettävänä on siis asuintalo. Lisäksi uudessa järjestelmässä tulee olla valmius lämmittää halli, joka rakennetaan myöhemmin. Asuintalon lämmitettävä osuus on kooltaan 183m², ja huonekorkeus 2,40 metriä. Lämmitettävä kuutiotilavuus saadaan kertomalla neliömäärä huonekorkeudella, josta saadaan tulokseksi 439,2m³. Hallin kooksi olen suunnitellut 200m² ja korkeudeksi 4m. Kuutioita olisi siis 800m³.

Talon tämänhetkisen omistajan arvion mukaan vuotuinen lämmöntarve on n. 18 000 kWh. Tarkkaa tietoa ei siis ole, joten laskelmat ovat suuntaa antavia. Lämmitettävä kuutiomäärä on tarkasti tiedossa, joten siitä on hyvä lähteä liikkeelle. Tämän jälkeen tulee arvioida rakennuksen kunto, jotta osataan laskettaessa valita oikea ominaiskulutuskerroin. Kerroin kuvaa sitä, miten paljon lämpöä rakennus kuluttaa yhtä kuutiometriä kohden. Asuinrakennuksen kohdalla käytetään siis vanhan rakennuksen kertoimia ja hallissa uuden.

Kertomalla rakennuksen ominaislämpöteho rakennustilavuudella ja lisäämällä siihen lämpöhäviöön kuluva energia, saadaan laskettua tarvittava liittymisteho, eli käytännössä esimerkiksi puukattilan teho. Kertomalla lämpöindeksi rakennustilavuudella ja lisäämällä siihen lämpöhäviö taas saadaan laskettua lämmöntarve. Häviötä syntyy lämpöverkostossa, esimerkiksi kanaaleissa. Kanaaleiden lämpöhäviö on noin 15–30 W/metri (Energian kulutus ja tehon tarve, [viitattu 11.4.2016]). Tämän perusteella arvioin hävikiksi 20 W/metri. Lisäksi lämmitysjärjestelmä on hyvä ylimitoittaa noin 20 %, jotta jää pelivaraa ja järjestelmän ei tarvitse käydä koko ajan täysillä.

Taulukko 3. Ominaislämpöteho ja lämpöindeksi rakennustyypeittäin (Koskinen 2006).

		Ominaislämpöteho			Lämpöindeksi	
Rakennustyyppi		[W/r-m ³]	[W/r-m ³]		[kWh/r- m ³]	[kWh/r- m ³]
		vanhat	uudet		vanhat	uudet
Pientalot		22 - 30	18 - 20		55 - 70	40 - 50
Kerrostalot		22 - 28	15 - 20		55 - 75	45 - 55
Liikerakennukset		20 - 34	20 - 30		45 - 80	34 - 45
Julkiset rakennukset		28 - 38	25 - 32		50 - 80	35 - 45
Teollisuusrakennukset		25 - 35	15 - 25		50 - 70	30 - 55

Asuinrakennus on vanha, mutta hyväkuntoinen, joten arvioin taulukon (Taulukko 1.) kohtien ”pientalot” ja ”vanhat” perusteella ominaislämpötehoksi 30 W/r-m³. Halli tulee olemaan uusi rakennus, joten sen ominaislämpötehoksi valitsen kohdat ”teollisuusrakennukset” ja ”uudet”, ja sieltä 20 W/r-m³. Hallin ja talon välille tulee laittaa lämpökanaali, jonka pituus on 25m. Kanaalin lämpöhäviöarvio on 20 W/m. Vuodessa on 8760 tuntia. Kertomalla wattimäärän tunneilla, saadaan laskettua, paljonko lämpöä hukkuu vuodessa yhtä kanaalimetriä kohden. Tulokseksi saadaan 175,2 kWh.

Taulukko 4. Liittymistehon laskeminen.

Rakennus	Tilavuus r-m ³	Tehon tarve W/r-m ³	Yhteensä W
Asuin rakennus	439,2	30	13176
Halli	800	20	16000
Kanaalihävikki	25m	20W/m	500
Yhteensä			29676
			29,68 kW
Ylimitoitus +20%			35,62 kW

Taulukko 5. Energian tarpeen laskeminen.

Rakennus	Tilavuus r-m ³	Energian tarve kWh/r-m ³	Yhteensä kWh
Asuinrakennus	439,2	60	26352
Halli	800	35	28000
Kanaalihävikki	25m	175,2	4380
Yhteensä			58732

Taulukoiden (taulukko 4., taulukko 5.) laskelmien perusteella liittymistehoksi saatiin 35,62 kW. Vastaavasti vuotuiseksi energiantarpeeksi saatiin 58732 kWh.

5.1.4 Kustannukset

Kustannuksia selvitettiin seuraavien tietojen pohjalta:

- Asuintalo 183 m², 439,2 m³
- Halli 200 m², 800 m³
- Liittymisteho 35.62 kW
- Energiantarve 58732 kWh/vuosi

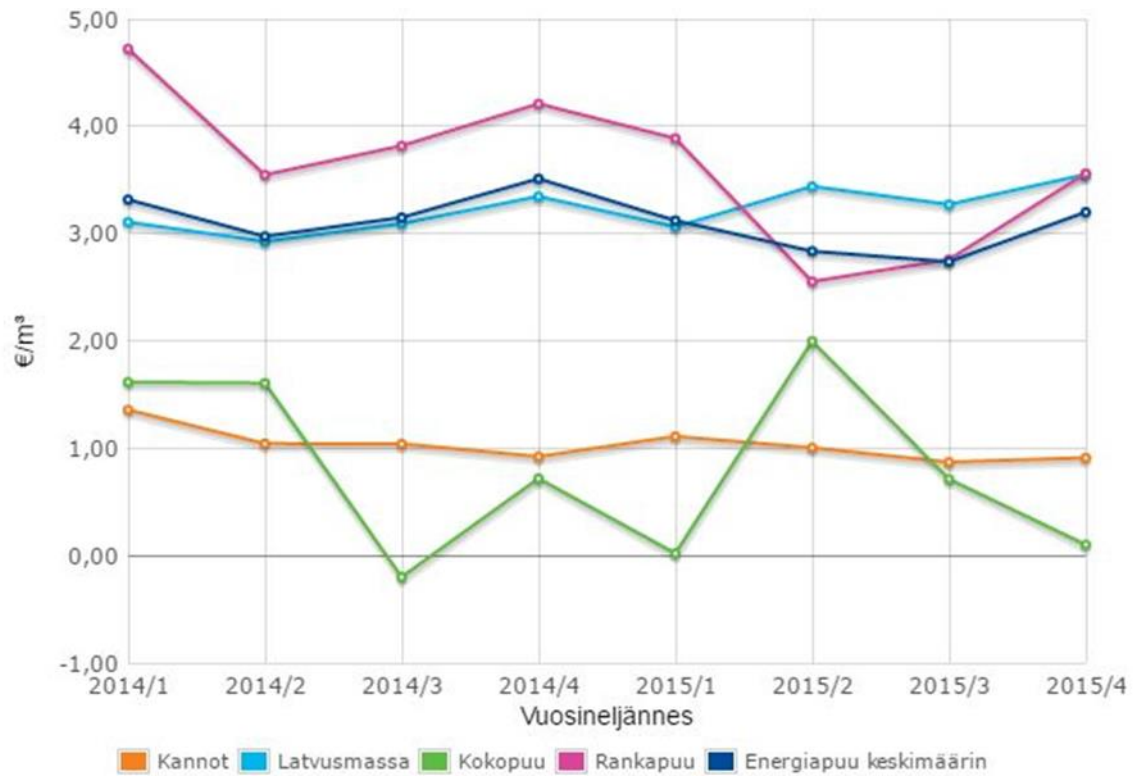
Aiempien tietojen ja teettämämme pienen käyttäjäkyselyn perusteella päädyin kyselemään tarjouksia maalämmöstä ja hakelämmöstä.

Taulukko 6. Kustannusarviot.

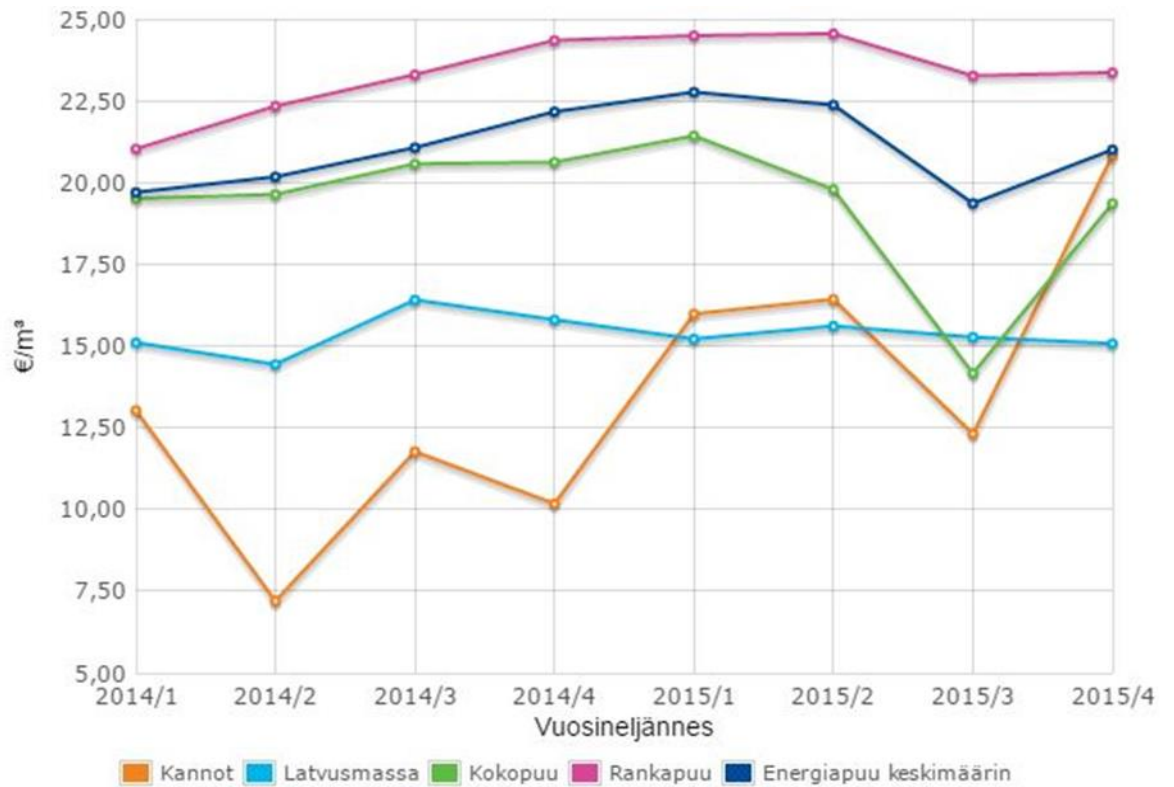
	Stokeri		Maalämpö
Alkuinvestointi €	15000-20000		20000-25000
Kiinteät kustannukset/vuosi €	750-1000		667-833
Polttoainekustannukset/vuosi €	Hake		Sähkö
70 i-m³ haketta = n. 28 m³ rankapuuta			
19 577 kWh sähköä, 7,54 snt/kWh			
Haketus	260		
Pystykauppa, rankapuu, 2015/4, 3,56 €/m³	99,68		
Hankintakauppa, rankapuu, 2015/4, 23,36 €/m³	654,08		
Yht. €	360-914		1476
KUSTANNUKSET € / VUOSI YHT.	1110-1914		2153-2309

Maalämpöjärjestelmän hinta-arvioksi sain 20 000–25 000 euroa laitteiston myyjältä. Siihen kuuluisi tarvittava laitteisto ja asennus. Kohteena olevan tila vaatisi yli kilometrin lämmönkeruuputkistoa ns. pintavetona. Maalämpöpumpun käyttöiän arvioksi saimme 30 vuotta, jonka perusteella taulukossa (taulukko 6.) on laskettu kiinteät kustannukset. Lisäksi kustannuksia tulisi sähköstä, jonka osuus on noin yksi kol-

masosa koko energiankäytöstä. Energian tarve olisi tässä kohteessa omien laskelmieni mukaan noin 58 732 kWh. Tällöin sähköä kuluisi vuodessa yksi kolmasosa tästä, eli noin 19 577 kWh. Nykyisellä sähkösopimuksella, jossa sähkön hinta on 7,54 snt/kWh, vuotuiseksi kustannukseksi tulisi 1476€ (taulukko 6.). Tämä sähkön hinta sisältää sähkön ja siirron hinnan. Lisäksi tulisi vielä sähkön ja siirron kuukausittaiset perusmaksut, sekä muu sähkön käyttö. Yhteensä siis alkuinvestoinnista riippuen vuotuisia kustannuksia tulisi 2153–2309 €.



Kuvio 21. Energiapuun reaaliset hinnat viimeisimmän vuosineljänneksen rahana, pystykauppa (Energiapuun kauppa, [viitattu 27.4.2016]).



Kuvio 22. Energiapuun reaaliset hinnat viimeisimmän vuosineljänneksen rahana, hankintakauppa (Energiapuun kauppa, [viitattu 27.4.2016]).

Stokerilaitteistolle sain hinta-arvioksi laitteiston myyntiedustajalta noin 20 000–25 000 euroa. Kattilan käyttöikä on noin 20–30 vuotta, riippuen miten hyvin lämmitysjärjestelmä on säädetty ja miten kattilasta pidetään huolta. Taulukossa (taulukko 6.) kiinteiden kustannusten laskennassa käyttöiän on arvioitu olevan 20 vuotta. Kohteessa olisi kuitenkin mahdollisuus käyttää vanhaa toimivaa puukattilaa uuden järjestelmän perustana. Tämä laskisi kustannukset noin 15 000–20 000 euroon.

Polttoaine saataisiin omasta metsästä, eli se olisi periaatteessa ilmaista. Taulukossa (taulukko 6.) on kuitenkin laskettu selkeyden vuoksi hinta myös polttoaineelle. Puulle on oma hintansa ja lisäksi tulevat haketuskustannukset, jotka ovat kohteesta riippuen noin 3,4–4,3 euroa/i-m³ (Hinnat, [viitattu 19.4.2016]). Vaikka puun korjaa itse, jonkin verran kustannuksia tulee myös polttopuun korjuussa käytettävien koneiden polttoaineen kulutuksesta. Polttoainekustannuksia ei ole kuitenkaan laskelmassa huomioitu, sillä niiden osa kokonaiskustannuksista on erittäin pieni.

Hakkeen laadusta ja kosteudesta riippuen energiasisältö on noin 800 kWh/i-m³ (Energia-arvo ja muuntokertoimet, [viitattu 7.4.2016]). Tällaisella energiasisällöllä ja lämmitettävän kohteen arvioidulla energiankulutuksella haketta kuluisi noin 70 i-m³ vuodessa. Tällöin haketuskustannukset olisivat ulkopuolisella teetettynä arviolta noin 260 €/vuosi (taulukko 6.). Hinnat puun hankinta- ja pystykaupoille löytyvät kuvioista 21. ja 22.. Yhteensä muuttuvat ja kiinteät kustannukset olisivat siis 1110–1914 € vuodessa, riippuen paljolti puun hankintatavasta.

5.1.5 Päätelmät

Maalämpöjärjestelmän kallis hinta yllätti. Internetiä selaillessa hinta-arviot liikkuvat 7000–15 000 eurossa, riippuen laitteiston koosta ja itse tehdyn työn osuudesta. Ammattilaisen hinta-arvio oli korkeampi kuin odotin. Maalämpö oli omasta mielestäni yksi parhaista vaihtoehtoista sen helppokäyttöisyyden kannalta. Hinta-arvio on kuitenkin sen verran korkea, että maalämpö ei ole minulle sopiva vaihtoehto. Kalliin alkuinvestoinnin lisäksi laite kuluttaa sähköä enemmän kuin esimerkiksi nykyinen puulämmitys. Alkuinvestoinnin hinta huomioiden ei ole mielestäni kannattavaa mak-

saa polttoaineesta, eli tässä tapauksessa sähköstä, koska puupolttoainetta on mahdollista saada omista metsistä periaatteessa ilmaiseksi. Lisäksi on puhuttu, että sähkön hinta tulee tulevaisuudessa nousemaan huomattavasti.

Jos järjestelmän hinta olisi ollut halvempi, olisin hyväksynyt sähkön kulutuksen, koska lämmitys olisi muuten niin helppoa. Tarkoitus on kuitenkin löytää tasapaino hinnan ja helppouden suhteen. Tässä lämmitysvaihtoehdossa hinta nousee mielestäni kuitenkin liian korkeaksi.

Hakelämmitys kuulostaa itselle sopivimmalta vaihtoehdolta. Ideana olisi sijoittaa uusi pannuhuone vanhaan navettarakennukseen. Jostain huoneesta muokattaisiin hakesiilo, josta syöttöruuvien avulla hake siirtyisi pannuhuoneeseen ja lämmityskattilalle. Vanhasta heinävarastosta pystyisi muokkaamaan isomman välivaraston hakeelle. Tällöin, jos haketus teetetään ulkopuolisella, haketta pystyisi tekemään isoon varastoon kerralla enemmän, jolloin haketus tulee usein halvemmaksi verrattuna pieniin määriin. Isosta varastosta hake siirrettäisiin traktorilla hakesiiloon.

Hinta-arvioksi hakelämmitykselle sain siis 15 000–20 000 euroa. Tässä hinnassa on huomioitu vanhan jo olemassa olevan pilkekattilan muunto hakekäyttöön (etu noin 5000 euroa). Hinta-arvio sisältää kaikki tarvittavat osat ja asennustyöt. Uskon, että hinnassa päästään lähelle 15 000 euroa, jos tekee muutos- ja rakennustöissä itse kaiken, mitä pystyy. Lupia vaativat asennustyöt tulee tietysti teettää ulkopuolisella.

Näiden hinta-arvioiden ja tietojen perusteella omasta mielestäni paras vaihtoehto on siirtyä hakelämmitykseen. Alkuinvestointi ja käyttökustannukset ovat halvemmat kuin maalämmössä. Hakelämmitys on hyvä vaihtoehto myös polttoaineomavaraisuuden takia. Hake polttoaineena on edelleen lähes yhtä edullista kuin klapit, mutta lämmittäminen on helpompaa. Mielestäni tavoite sopivan lämmitysjärjestelmän löytämiseksi on saavutettu.

5.2 Peuralan maatila

Peuralan maatila sijaitsee Etelä-Pohjanmaalla, Alajärvellä. Tilan omistavat Anssi ja Vuokko Peurala. Tila on lypsykarjatala, jossa eläimiä on kaikkiaan noin sata. Opin-

näytetyön ensisijaisena tarkoituksena on laskea, kannattaako tilalta löytyvällä stokerilla alkaa lämmitellä myös navetan käyttövettä. Tällä hetkellä se lämmitetään polttopuilla. Navetassa ei ole lämmitettävä huonetilaa. Käytössä on myös maidon lämmön talteenottojärjestelmä, joka helpottaa veden lämmittämistä ja halventaa myös navetan veden lämmittämistä koituvia kustannuksia. Tilalla lämmitettäviä rakennuksia ovat asuintalo, joka on kooltaan 270 m², sekä traktoritalli, joka on kooltaan 60 m². Nämä lämpiävät 40 kW tehoisella stokerilla. Tilalla kuluu vuodessa kaikkiaan noin 2000 m³ vettä, eli noin 2 miljoonaa litraa.

Tarkoituksena olisi laskea, minkä tehoisen lämmityskattilan tila tarvitsisi. Kattilan pitäisi tämänhetkisten lämmityskohteiden lisäksi tuottaa vielä navetan vaatima teho ja lämpöenergia sekä kanaalista koituvan hukkaenergian osuus. Stokerikattilan teho täytyy laskea siten, että tilan rakennuksien vaatimat liittymistehot (asuintalo, traktoritalli, navetta sekä kanaalista syntyvä hävikki) lasketaan yhteen. Tästä nähdään, kuinka iso kattila täytyy olla, jotta pystytään tuottamaan kaikki tarvittava energia. On myös laskettava, paljonko kyseiseen lämmitysmuotoon vaihtaminen tulee kustantamaan. Vaikka lämmitysjärjestelmä onkin jo olemassa, matkaa stokerilta navetalle on noin 150 metriä. Tämän hetkisen kattilan teho on 40kW, joten ei ole varmaa riittääkö teho. On selvitettävä, kuinka paljon maksaa kaivaa lämmitysputket stokerilta navetalle ja ottaa huomioon myös putkista johtuva hukkalämpö. Jos lämmityskattilaa joudutaan vaihtamaan, on selvitettävä, kuinka paljon uusi kattila tulisi kustantamaan. Jos tilalta löytyvän stokerilämmityksen hyödyntämisen todetaan olevan liian kallis investointi, käydään läpi myös vaihtoehtoisia lämmitysmuotoja, jotka voisivat korvata navetalla olevan vanhan lämmitysjärjestelmän. Myöhemmin opinnäytetyössä tullaan käymään läpi laskelmia, joissa havainnollistetaan kustannuksia eri lämmitysmuotoihin vaihdettaessa.

5.2.1 Nykyinen lämmitysjärjestelmä

Navetalla käytettävä lämmitysjärjestelmä on tällä hetkellä puukattila, jossa on 1500 litran lämminvesivaraaja. Kattila on ostettu vuonna 1995. Käytössä on myös maidon lämmön talteenottojärjestelmä, jolla saadaan helpotettua lämmityksestä koituvaa

työtä sekä halvennettua koituvia lämmityskustannuksia. Maidon lämmön talteenottojärjestelmä on otettu käyttöön kesällä 2014. Järjestelmällä talteen otettu lämpö käytetään lehmien juomaveden lämmittämiseen.



Kuva 23. Maidon lämmön talteenottojärjestelmä (Peurala 2016).



Kuva 24. Navetan nykyinen lämmityskattila (Peurala 2016).

Tämänhetkinen navetassa käytettävä lämmitysjärjestelmä on erittäin työläs, mutta samalla erittäin edullinen käyttää. Edullisuus korostuu varsinkin silloin, jos ei laske polttopuiden teosta itsellensä palkkaa. Aina ensimmäisenä aamuin illoin, kun navettaan menee lypsylle, pitää ensimmäisenä hakea polttopuut puuladosta ja sytyttää kattilaan tuli, jotta lämmintä vettä saadaan riittävästi. Tarvittavat polttopuut hakataan itse omasta metsästä ja ne myös pilkotaan itse. Tähän kuluu vuodessa huomattavasti työtunteja, eli polttopuiden vaatima fyysisen työn määrä on huomattava.

Hyvinä puolina tilan omistaja sanoo polttopuilla lämmittämisestä sen, että siinä tulee kätevästi poltettua kotitaloudessa syntyvä poltettava jäte. Omia metsiä tulee samalla hoidettua, kun korjataan tarvittavat polttopuut omista metsistä. Myös käytettävän lämmitysmuodon edullisuus on iso etu. (Peurala 2016).

Vaikka lämmitysmuodon edullisuutta tilan omistajat pitävätkin hyvänä puolena, niin ovat he huomanneet kuitenkin sen, kuinka paljon kyseinen lämmitysmuoto vaatii työtä verrattuna moneen muuhun lämmitysmuotoon. Onhan se totta, että polttopuu lämmitteinen lämmitysjärjestelmä on kaikista työläin. On selvittävää, mitä tulee kustantamaan, jos navetan käyttövesi tullaan lämmittämään tilalta löytyvällä stokerilla, tai vaihtoehtoisesti jollain muulla lämmitysjärjestelmällä.

5.2.2 Perustelut lämmitysjärjestelmän vaihtamiselle

Suurin syy miksi uutta lämmitysmuotoa navetalle on syytä miettiä, on nykyisen lämmitysmuodon työläisyys. Vaikka tämän hetkessä lämmitysmuodossa on hyviäkin puolia, niin ovat tilan omistajat huomanneet kuitenkin sen kuinka paljon kyseinen lämmitysmuoto vaatii työtä verrattuna moneen muuhun vaihtoehtoiseen lämmitysmuotoon. Täytyy saada selville lämmitysjärjestelmä, joka ensinnäkin soveltuu hyvin kyseiselle tilalle ja vastaa mahdollisimman hyvin tilan vaatimuksia. Ensisijaisena vanhan lämmitysjärjestelmän korvaajana pidetään tilalta löytyvää stokerilämmitystä. Tällöin tilalla olisi vain yksi lämmitysjärjestelmä, joka hoitaisi kaikki tilan vaatimat lämmittämiset. Jos tilalta löytyisi tulevaisuudessa vain yksi lämmitysjärjestelmä, niin tämä toisi tilalle huomattavasti enemmän paloturvallisuutta sekä huollettavia laitteita olisi myös vähemmän.

5.2.3 Tehon- ja energiantarve

Lämmityskattilan kokoa miettiessä tärkeintä on saada selville, kuinka paljon tilan rakennukset vaativat liittymistehoa (kW) lämmityskattilalta ja polttimelta sekä mikä on tilan lämmitysenergian määrä (kWh). Näillä saadaan määritettyä tilalle juuri sopiva lämmityslaitteisto. Tilalla ei ole tarkkaa tietoa liittymistehon tarpeesta tai ener-

gian kulutuksesta, joten tällöin voidaan käyttää apuna olemassa olevia arvioita rakennusten energiantarpeista (taulukko 3.). Lämmitettäviä kohteita ovat siis asuinrakennus, traktoritalli sekä navetan käyttövesi.

Taulukko 7. Tilan liittymistehon määrittäminen.

Rakennus	Tilavuus $r\text{-m}^3$	Tehon tarve $W/r\text{-m}^3$	Yhteensä W
Asuintalo	675	22	14850
Traktoritalli	270	20	5400
Navetta	46 Lehmäpaikkaa	650W/lehmäpaikka	29900
Kanaalihävikki	150m	20W/m	3000
Yhteensä			53150
			53.15kW
Ylimitoitus 20%			63.8kW

Rakennusten liittymistehon määrittämisessä olen käyttänyt asuinrakennukseen lukua 22 W/rm^3 , koska talo on vuonna 2000 rakennettu. Uudet talot kuluttavat taulukon (taulukko 3.) mukaan $18\text{--}20\text{ W/r-m}^3$ ja vanhat $22\text{--}30\text{ W/r-m}^3$. Traktoritalli on vuonna 2014 rakennettu, joten siihen käytän lukua 20 W/r-m^3 . Navetan liittymistehon määrittämiseen olen käyttänyt lämmityskattiloiden myyjän mainitsemaa arviota 650 W/lehmäpaikka .

Navetan liittymistehon määrittämiseen ilmeni useita eri tapoja. Eräs laitteiston myyjä sanoi, että he käyttävät kaavaa $25\text{ lypsylehmää} = 20\text{ kW}$. Kun navettoihin määritetään tehon tarvetta, tapoja on monia ja luvutkin hyvin erilaisia. Lämpökanaalissa tehohäviö on noin $15\text{--}30\text{ W/putkimetri}$ (Energian kulutus ja tehon tarve, [viitattu 11.4.2016]). Tämän perusteella olen arvioinut tehohäviöksi 20 W/putkimetri . Tilan liittymistehon tarpeeksi tuli 53.15 kW (taulukko 7.). Lisäksi lämmitysjärjestelmä suositellaan mitoittamaan 20% yli tarvittavan määrän, joten tulokseksi tuli 63.8 kW .

Löysin netistä maataloille tarkoitetun tehontarpeen määrittämiseen tehdyn laskurin ja sieltä sain hyvin samoja tuloksia, mitä sain omista laskelmistani (Tehon tarpeen

laskeminen 2004). Laskurin mukaan tilan tehon tarve on 52,78 kW ja 20 % ylimitoitettuna 63,33 kW. Omien laskelmien mukaan tehon tarve on 53,15 kW ja 20 % ylimitoitettuna 63,80 kW, eli hyvin lähellä laskurin antamaa tulosta. Energian tarpeeksi laskuri näyttää koko tilalle 75992 kWh/vuosi. Omien laskelmieni mukaan tilan energiankulutus lämmityksessä on 105027 kWh/vuosi. Tämä ero johtuu laskurin käyttämästä kanaaliin kuluvaan energiamäärästä, joka on 5850 kWh/vuosi, toisin kuin omissa laskuissani, joissa se on 26280 kWh/vuosi. Väitän, että laskurissa on tuossa kohtaa jokin virhe. Olen nimittäin varmistanut oman tulokseni monesta eri paikasta.

Laskelmista voi päätellä, että tämänhetkinen tilalta löytyvä 40 kW kattila ei tule riittämään tilan kaikkien rakennusten lämmittämiseen. Laitteistojen myyjät sanovat, että kyseiselle tilalle riittää juuri ja juuri 60 kW lämmitysjärjestelmä. He kuitenkin suosittelevat 80 kW lämmitysjärjestelmää, jolloin on mahdollisuus tulevaisuudessa laajentaa tilan lämmitettäviä kohteita. Lisäksi suurempitehoisella lämmitysjärjestelmällä taataan riittävä lämpö, vaikka polttoaine olisikin joskus hieman huonolaatuisempaa. Näiden tietojen perusteella päädyin kyselemään tarjouksia 80kW stokerikattiloista. Lisäksi päädyin selvittämään hintoja muista varteenotettavista vaihtoehtoisista lämmitysjärjestelmistä. Tällaisia ovat mielestäni etenkin helppokäyttöisyyden takia maalämpö, aurinkoenergia ja suora sähkö.

Taulukko 8. Tilan lämmitysenergian tarpeen laskeminen.

Rakennus	Tilavuus r-m ³	Energian tarve kWh/r-m ³	Yhteensä kWh
Asuintalo	675	50	33750
Traktoritali	270	40	10800
Navetta			34197
Kanaalihävikki	150m	175,2/m	26280
Yhteensä			105027

Energian tarpeen määrittämisessä on käytetty apuna samaa taulukkoa (taulukko 3.), jota käytettiin liittymistehon määrittämiseen. Luvut otettiin lämpöindeksi-taalu-

kosta. Oletetaan, että kanaalissa tapahtuu lämpöhäviötä 20 W/m. Vuodessa kanaaliin kuluva hukkaenergian määrä saadaan selville, kun luku 20 W kerrotaan vuoden tuntimäärällä 8760. Tästä saadaan 175,2 kWh/m, joten tilan 150 metriseen kanaaliin kuluisi yhteensä 26280 kWh/vuosi. Määrä on aika huomattava, sillä navetalla kuluva energian määrä on 34197 kWh/vuosi, eli navetassa kuluva energia on vain hieman enemmän, kuin kanaaliin kuluva hukkaenergia. Lisäksi tilalla on käytössä laite, jolla saadaan otettua talteen maidon lämpö maitoa jäähdytettäessä.

Talteen otetulla lämmöllä lämmitetään käyttövetä. Yhden lypsylehmän on laskettu säästävän maidon lämmön talteenottojärjestelmällä vuodessa noin 300 kWh energiaa (Maidon lämmön talteenotto, [viitattu 8.4.2016]). Kyseisen tilan 46 lypsylehmän määrällä tämä tarkoittaa 13800 kWh säästöä vuodessa. Kun navetan vaatimasta lämmitykseen kuluva energiasta vähennetään tuo laitteen tuottama säästöenergia, niin navetan lämmitykseen kuluva energian tarve on 20397 kWh/v. Peuralan tilalla vuotuinen lämmitysenergian tarve on yhteensä 105 027 kWh. Jos lämmitettäisiin sähköllä, niin voitaisiin poistaa kanaaliin kuluva energia, jolloin lämmitysenergian tarve olisi 78747kWh (taulukko 8).

Taulukko 9. Navetan lämmitysenergian tarpeen laskeminen.

Veden käyttökohde	Veden kulutus/litraa	Tavoite lämpötila	Energian tarve kWh/vuosi
Lypsykoneen pesu/päivä	100	80	3186
	360	40	5353
Maitotankin pesu/päivä	20	80	637
	80	40	1190
Lehmien juomavesi/vuosi	1387000	17	19370
Muu veden kulutus/päivä	300	40	4461
Maidon lämmön talteenottojärjestelmän tuottama energia/vuosi:			
13800 kWh			
Yhteensä			34197
Maidon lämmön talteenottojärjestelmän lisäksi tarvittava energia			20397

Navetalla tarvitsee lämmittää ainoastaan käyttövesi. Navetan lämmitykseen vaadittu energiamäärä saadaan laskettua, kun tiedetään päivittäinen veden kulutus, taivotilämpötila sekä vesijohdosta tulevan veden lämpötila. Kaavalla (veden kulutus

* veden lähtölämpötilan ja tavoitelämpötilan erotus * 4,19 / 3600) saadaan tulokseksi energian kulutus. Tämän jälkeen luku kerrotaan vuodessa olevien päivien määrällä, eli luvulla 365, jolloin saadaan vuotuinen energian kulutus. Tilalla lehmien juomavesi lämmitetään 17 asteeseen.

Arvioin, että lämmitettävää juomavettä kuluu vuodessa noin 1,387 miljoona litraa. Tilan hiehojen sekä lypsylehmien juomavesi lämmitetään. Hiehoja ja lypsylehmiä on yhteensä 71. Veden kulutusta vähentää se, että kaikki eläimet ovat varhain kevästä pitkälle syksyyn ulkona. Tällöin hiehot ovat pihattonavetassa ja vain niiden juomavesi lämmitetään. Lypsykarja on laitumella. Siellä niillä on juoma-astiat, joiden vettä ei erikseen lämmitetä. Jos eläimet olisivat ympäri vuoden sisällä, niin tällöin lämmitettävän veden määrä olisi tietysti huomattavasti suurempi. Muuksi veden kulutukseksi arvioin päivää kohden kuluvan noin 300 litraa. Tähän kuuluu pienten vasikoiden maitojauheen kanssa sekoitettava lämmin vesi, hanoista käytettävä vesi, sekä maituhuoneen pesuun kuluva vesi. Maitotankin pesu vaatii kerralla 40 litraa 80 asteista vettä, sekä 80 litraa 40 asteista vettä, mutta maitotankki pestään vain joka toinen päivä.

Lypsykoneiden pesuun menee päivässä 100 litraa 80 asteista sekä 360 litraa 40 asteista vettä. Navetan vaatima energia veden lämmittämiseen on 34197 kWh/vuosi. Tästä voidaan vähentää maidon lämmön talteenottojärjestelmän tuottama energia, joka on 13800 kWh/vuosi, jolloin saadaan navetan vuotuiseksi veden lämmitykseen kuluvan energian määräksi 20397 kWh (taulukko 9). Tilan vaatima lämmitysenergian tarve on hyvin suurta aina lypsijien sekä maitotankin pesun aikana. Muulloin lämmitysenergian tarve on hyvin vähäistä, koska maidon lämmön talteenottojärjestelmällä saadulla lämmöllä voidaan lämmittää lehmien juomavesi.

5.2.4 Kustannukset

Laskettaessa kustannuksia stokerilämmityksen liittamisestä navetalle on otettu huomioon kustannukset, jotka koituisivat uudesta stokerilämmitysjärjestelmästä ja lämpökanaalista. Kiinteiden kustannusten laskemisen pohjana on lämmityskattilan käyttöiäksi arvioitu 20 vuotta. Uusi kattila tulisi vanhan kattilan tiloihin, joten uusia

tiloja ei tarvitse rakentaa. Pyysin kahdesta paikasta tarjousta 80 kW stokerijärjestelmälle. Hinta molemmista paikoista oli koko järjestelmälle noin 26 000 € + alv.. Tähän hintaan kuuluu 80 kW lämmityskattila ohjausjärjestelmineen, 80 kW poltin, 12,5 m³ hakesiilo, piippu, tuhkan automaattinen poistin, ruuvisyötin, sekä kaikkien edellä mainittujen osien putket, liittimet ja mittarit sekä asennus. Eli kaikki mitä tarvitsee, jos aikoo hankkia stokerilämmitteisen lämmitysjärjestelmän. Tilalta löytyvä hakesiilo, josta hake kulkeutuu kattilalle, on kooltaan 7 m³, eli melko pieni. Jos tätä vanhaa siiloa haluttaisiin hyödyntää, niin hintaa uudelle stokerijärjestelmälle jäisi noin 19 500 € + alv.. Jos lämmityskanaaliin tarvittavat putket ostettaisiin samalla kertaa, niin ne saisi hintaan 35–60 €/m, riippuen hieman putken materiaalista. 150 metrin matkalle putkien hinnaksi tulisi 5250–9000 € + alv.. Kaivutyöt pitää tehdä itse ja siihen menee noin 600 €.

Jos stokerilämmitys liitettäisiin navetalle ja asennettaisiin myös uusi hakesiilo, niin hinta olisi yhteensä noin 31 850–35 600 €. Jos vanhaa hakesiiloa hyödynnettäisiin, niin luku olisi noin 25 350–29 100 €. Hintaero johtuu siitä, miltä valmistajalta laitteiston valitsee. Lisäksi hintaan vaikuttavat materiaali valinnat ja laitteiston ominaisuudet ja varustelu. Jos esimerkiksi ei halua automaattista tuhkan poistoa, hinta on 4000 € alhaisempi. Hinnoissa ei ole otettu huomioon mahdollisia vähennyksiä. Stokeria lämmitetään joko ostetulla palaturpeella tai omasta metsästä kerätyllä puulla, joka haketetaan ulkopuolisella. Ostopalaturve maksaa noin 14 €/i-m³. Ulkopuolisen haketus taas maksaa 3,4–4,3 €/i-m³ (hinnat, [viitattu 19.4.2016]). Tällöin, jos stokerilämmitys liitettäisiin navettaan, polttoainekustannuksia tulisi lisää ostopalaturpeelle 504 €/vuosi ja omasta metsästä kerätylle puun haketukselle 218 €/vuosi (arvio 3,7 €/i-m³) (taulukko 10).

Taulukko 10. Lämmityskustannusten laskeminen.

Alkuinvestointi €	25 350-35 600	5000	13 000-16 000	-
Kiinteät kustannukset €/vuosi	1268-1780	200	433-533	
Energian tarve 20397 kWh/vuosi + kanaalihävikki 26280 kWh/vuosi				
Ei kanaalihävikkiä = X				
Polttoainekustannukset /vuosi €		0	592	1775
59 i-m ³ haketta eli noin 24 m ³ rankapuuta				
Haketus	218			
Pystykauppa, rankapuu 3,56€/m ³	83			
Hankintakauppa, rankapuu 23,36€/m ³	545			
Palaturve hinta 14 €/i-m ³ , määrä noin 36 i-m ³	504			
Polttoainet yht./€	301-763			
Kustannukset €/vuosi yht.	1569-2543	200	1025-1125	1775

Navetan tarvitsema lämmitysenergia voitaisiin vaihtoehtoisesti tuottaa omalla lämmitysjärjestelmällensä. Vaihtoehtoina pidän maalämpöä, aurinkokeräimiä tai suoraa sähkölämmitystä. Käyttöi'iksi on kiinteitä kustannuksia laskiessa arvioitu maalämpöpumpulle 30 vuotta ja aurinkokeräimelle 25 vuotta. Maalämmölle laitteiston myyjä arvioi hinnaksi yhteensä noin 13 000–16 000 €. Hintaan kuuluisi laitteisto, lämmönkeruuputkisto sekä asennus. Maalämmöllä tuotetussa energiasta 1/3 tulee sähköstä, jolloin navetan lämmitykseen kuluvan sähköenergian osuus olisi 6799 kWh. Luvussa on huomioitu maidon lämmön talteenottojärjestelmän tuottama lämmitysenergia. Katsoin Alajärven sähkön energiahinnan ja siirtomaksun ja se on yhteensä 8,70 snt/kWh (sähköntoimitushinnasto, [viitattu 24.3.2016]). Maalämmöllä vettä lämmittäessä vuotuiseksi sähkön hinnaksi tulisi tällöin 591,5 €/v (taulukko 10). Osa veden lämmitykseen tarvittavasta energiasta tuotetaan maidon lämmön talteenottojärjestelmällä ja osa pitää saada muualta. Jos tämä muu osa energiasta tuotettaisiin sähköllä, veden lämmitykseen kuluvan sähkön hinnaksi tulisi 1774,5 €/v (taulukko 10.).

Yhtenä vaihtoehtona pitäisin myös auringosta saatavaa lämpöenergiaa, joka saataisiin käyttöön aurinkokeräimien avulla. Kyseisellä järjestelmällä lämmitettäisiin jo olemassa olevan varaajan vettä. Aurinkokeräin tuottaisi lämpöä Alajärven korkeudella maaliskuusta aina lokakuuhun asti. Järjestelmä, joka tuottaisi vuodessa keski-

määrin 3000 kWh lämpöenergiaa, maksaisi laitteineen, asennuksineen sekä veroineen noin 5000 €. Aurinkokeräimestä ei koidu lainkaan polttoainekustannuksia (taulukko 10.). Hinnassa ei ole huomioitu mahdollisia vähennyksiä.

5.2.5 Päätelmät

Työn pääasiallisena tarkoituksena oli laskea stokerilämmityksen liittämisen kannattavuutta navetalle. Laskelmissa kävi ilmi, että nykyisen kattilan teho ei riitä lämmittämään muun lisäksi navetassa käytettävää vettä. Uuden tehokkaamman kattilan hankkiminen olisi siis välttämätöntä. Uuden stokerilämmityskattilan hankkiminen ja kanaalin rakentaminen maksaisi niin paljon, että mielestäni niiden hankkiminen ei olisi kannattavaa, koska navetan vaatima lämmitysenergian määrä on loppujen lopuksi suhteellisen pieni. Lisäksi navetta vaatii vain hetkellisesti suurta lämmitysenergian määrää aina aamuin ja illoin, kun pestään lypsimet ja kun joka toinen päivä pestään maitotankki. Koska käytössä olevalla maidon lämmön talteenottojärjestelmällä voidaan lämmittää lehmien juomavesi, olisi turha pitää varaajan vettä stokerilla kokoajan lämpimänä.

Maalämmön hyödyntäminen navetalla olisi mielestäni kaikista parhain vaihtoehto. Energiaa saataisiin edullisesti omasta maasta. Hankintakustannukset kuitenkin ovat sen verran korkeat, että ennen maalämmön hankkimista on tärkeää miettiä, kuinka kauan navetta tulee mahdollisesti olemaan toiminnassa. Ajan tulee olla tarpeeksi pitkä, jotta laitteiden investointi ehtii maksamaan itsensä takaisin ja alkaa tuottaa ”ilmaista” energiaa.

Navetan hetkellisesti vaatima suuri lämmitysenergian tarve tuo vaihtoehdoksi myös suoralla sähköllä lämmittämisen. Tällöin ei tarvitsisi miettiä sitä, kuinka kauan tilaa tullaan pitämään, koska suuria investointeja ei joudu tekemään. Sähköllä lämmittäessä säästyisi myös huomattavasti aikaa, kun ei tarvitsisi enää työskennellä polttopuiden kanssa. Se, onko sähköllä lämmittäminen kyseisessä tilanteessa kannattavaa, riippuu hyvin paljon siitä, laskeeko itsellensä palkkaa polttopuiden kanssa kuululle ajalle. Lisäksi on otettava huomioon, haluaako sellaisen lämmitysmuodon,

jossa itse ei tarvitse lämpimän veden eteen tehdä juuri mitään, vai onko valmis aamuin illoin kantamaan polttopuita. Lisäksi omasta metsästä tehdyt ”ilmaiset” polttopuut voi myös myydä eteenpäin, jolloin niistä saisi pientä tuloa. Jos jatkettaisiin nykyisellä lämmitysjärjestelmällä, aurinkokeräimien hyödyntäminen lisävoimana voisi olla varteenotettava vaihtoehto. Aurinkokeräimet olisi helppo liittää jo olemassa olevaan puulla lämmitettävään varaajaan.

6 KYSELYN TULOKSET

Päätimme tehdä pienen kyselytutkimuksen koskien lämmitysjärjestelmien käyttöä. Kysely toteutettiin paperisella lomakkeella (liite 1.), joka toimitettiin osalle henkilökohtaisesti ja osa toteutettiin puhelinhaastatteluna. Kyselyyn osallistui kuusi lämmitysjärjestelmän käyttäjää. Vastauksia käsitellään nimettömänä.

Kyselyyn osallistuneiden lämmityskohteet ovat:

- Omakotitalo 160m², klapi­lämmitys.
- Omakotitalo 180m², klapi­lämmitys.
- Omakotitalo 240m², konehalli 200m², stokeri (hake + palaturve).
- Omakotitalo 185m², konehalli 100m², pellettikattila.
- Maatila: asuinrakennus 350m², navetassa lattialämmitettyä tilaa n. 200m², konehallin lämmin tila 120m². Lisäksi lämmitetään navetan käyttövesi, eläinten juomavesi ja radiaattorilla tuetaan viljan kuivattamista. Hakelämmitys, 300kW kattila.
- Metsäkoneiden huoltohalli, 275m², maalämpö.

Seuraavaksi käsitellään kyselystä saatuja tuloksia. Mukana olevat lämmitysjärjestelmät ovat siis klapi­lämmitys, stokeri (hake, palaturve ja pelletti) ja maalämpö. Stokerilämmittäjistä yhdellä on varsinainen stokeri, eli erillinen metallinen säiliö, josta polttoaine siirtyy lämmityskattilaan syöttöruuvien avulla. Kahdella muulla on isompi erillinen varasto, josta polttoaine kulkeutuu syöttölaitteiston avulla kattilalle. Toimintaperiaate on siis varastoinnista riippumatta sama, eli kyselyn tuloksia käsitellessä puhutaan selkeyden vuoksi stokerilämmityksestä kaikkien kolmen kohdalla.

Stokeriin päädyttiin muun muassa suuren energiantarpeen (450 MWh/vuosi) takia, jolloin se on halvin lämmitysmuoto. Hake saadaan kohteissa omista hakkuista peräisin olevasta kuitupuusta, latvoista, pellon reunojen raivauksesta saatavasta olevasta risusta yms., eli polttoaine on periaatteessa ilmaista. Yhdessä kohteessa oli

jo valmiina peruslaitteisto edellisen lämmitysmuodon oltua klapilämmitys. Kyseisessä kohteessa pellettiin vaihtaminen oli tämän takia helppoa. Hyviksi puoliksi koettiin helppokäyttöisyys, kunhan automatiikka toimii. Toimintahäiriöstä tulee ilmoitus tekstiviestillä. Huonoiksi puoliksi koettiin se, että talvella ilmoituksen jälkeen on ehdittävä pian paikalle korjaamaan tilanne, jottei lämmöntulo lakkaa. Järjestelmä ei siis täysin vapauta käyttäjäänsä, vaan vikatilanteisiin on pystyttävä vastaamaan nopeasti. Kaikki stokerin omistajat suosittelisivat järjestelmää muillekin.

Syy klapilämmitykseen päätymiseen oli se, että vanhan öljykattilan käyttöikä tuli täyteen. Puukattilaan päädyttiin, koska polttoaine on mahdollista saada omista metsistä. Siihen aikaan kun toisen kohteen talo on rakennettu, muut lämmitysvaihtoehdot olivat hyvin kalliita. Hyviksi puoliksi koetaan edulliset käyttökustannukset, energia on uusiutuvaa ja metsä tulee polttopuuta kerätessä samalla hoidettua. Huonoksi puoleksi koetaan lämmityksen vaatima työpanos. Klapilämmitys sopii hyvin käyttäjälle, jolla on omaa metsää josta kerätä polttoaine sekä hieman vapaa-aikaa ja työkaluja tehdä polttopuita.

Maalämpöön päädyttiin sen vaivattomuuden takia. Se kuluttaa vähän sähköä ja lämmöntulo on tasaista. Huonoksi puoleksi koettiin riippuvuus sähköstä ja arkuus sähkökatkoksille. Lisäksi maalämpöpumppu on äänekäs ja laitteistolla on korkea hankintahinta. Kovilla pakkasilla hallin isoja ovia availlessa laite ei myöskään ehdi mukaan nopeisiin lämmönvaihteluihin. Käyttäjä suosittelisi maalämpöpumppua muillekin sen vaivattomuuden ja pienen sähkönkulutuksen takia.

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli löytää molempien opinnäytetyön tekijöiden kohteisiin omasta mielestämme sopivin lämmitysvaihtoehto. Työtä tehdessä ja tietoa etsiessä esille nousi paljon uusia asioita, jotka vaikuttivat päätelmiin sopivimmasta lämmitysratkaisusta. Esille nousi muun muassa konkreettisesti se, miten kalliita monet lämmitysjärjestelmät ovat perustaa ja myöskin käyttää. Esimerkiksi maalämmöstä sanotaan, että sen asentamisen jälkeen käyttö on edullista. Tämä riippuu kuitenkin paljon kohteesta. Jos lämmitettävä kohde on iso, sähkön kulutus ja hinta nousevat yllättävän korkeiksi, jolloin maalämpö ei enää olekaan niin edullinen käyttää. Toisaalta, jos on valmis maksamaan, lämmittäminen on todella vaivatonta.

Toisaalta taas yleisesti kalliina pidetty vaihtoehto saattoikin olla edullisempi kuin muut. Esimerkiksi tässä opinnäytetyössä kohteena olevalla maatilalla kuumaa vettä tarvitaan vain hetkellisesti. Tällöin kalliina pidetty sähkölämmitys onkin edullinen ratkaisu, sillä monessa muussa järjestelmässä vettä pidettäisiin turhaan koko ajan lämpimänä.

Nykyajan trendinä on helpottaa lämmitystä. Tästä syystä etenkin maalämpö on nostanut suosiotaan. Kalliin alkuinvestoinnin jälkeen lämmitys on sähkönkulutusta lukuun ottamatta ilmaista. Toisaalta, jos energiantarve on erittäin suuri, sähkön kulutuskin alkaa nousemaan. Lisäksi on puhuttu, että sähkön hinta tulee tulevaisuudessa huomattavastikin kallistumaan. On mielenkiintoista seurata, miten tämä tulee vaikuttamaan maalämmön suosioon etenkin isommissa lämmityskohteissa.

Monissa muissakin tutkimuksissa on tultu siihen tulokseen, että vähänkään suuremman energiantarpeen omaavissa kohteissa bioenergian käyttö on usein edullisinta. Polttopuuta voi käyttää minkäkokoisessa kohteessa tahansa, mutta esimerkiksi syöttölaitteistollista automaattista hakejärjestelmää ei kannata ihan pieneen mökkiin laittaa. Kun mitoittaa biolämmitysratkaisunsa oikein, se on edullinen. Bioenergiaa halutaan hyödyntää myös energiaomavaraisuuden saavuttamiseksi kohteissa, joissa on käytettävissä esimerkiksi omia metsävaroja. Metsänhoidollisissa toimissa syntyy sivutuotteena käyttökelpoista biomassaa, jota voidaan käyttää lämmityksessä. Näin metsästä saadaan enemmän hyötyä irti.

Jälleen kerran tuli huomattua, että myös lämmitysasioissa, kuten monissa muissakin, mitä enemmän on valmis tekemään itse, sitä halvemmalla pääsee. Esimerkiksi klapilämmitys on suhteellisen edullinen perustaa ja erittäin edullinen käyttää, jos puita saa omasta metsästä. Vaivaa joutuu kuitenkin näkemään. Vastaavasti vaikkapa hakelämmitys on kalliimpi perustaa, mutta helpompi käyttää. Sitten taas maalämpö on yksi kalleimmista perustaa, mutta todella vaivaton käyttää.

Lämmitysjärjestelmää valittaessa tulee miettiä tarkkaan, paljonko on valmis panostamaan rahallisesti ja työllisesti. Kannattaa myös laskea mahdollisimman tarkkaan, paljonko lämpöä tarvitsee. Tällöin vältetään liialliselta ylimitoitukselta, turhilta kustannuksilta ja energiaa ei mene hukkaan.

LÄHTEET

- Auringon säteily vaakatasolle. 8.3.2006. [Verkkolehtiartikkeli]. Tekniikka & talous. [viitattu 7.3.2016]. Saatavana: <http://www.tekniikkatalous.fi/arkisto/2006-03-08/Auringon-s%C3%A4teily-vaakatasolle-3272041.html>
- Energia-arvo ja muuntokertoimet. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Bioenergianeuvoja.fi. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biopolttoaineet/hake/hake/>
- Energian kulutus ja tehon tarve. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Bioenergianeuvoja.fi. [Viitattu 11.4.2016]. Saatavana: <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/energian-kulutus-ja-tehon-tarve/>
- Energiapuun kauppa. 16.6.2015. [Verkkosivu]. Luonnonvarakeskus. [Viitattu 27.4.2016]. Saatavana: http://stat.luke.fi/energiapuun-kauppa-1-vuosi-nelj%C3%A4nnes-2015_fi
- Energiatehokas öljylämmitys. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Öljy- ja biopolttoaineala ry. [Viitattu 15.3.2016]. Saatavana: <http://www.oil.fi/fi/lammitys/energiatehokas-oljylammitys>
- Hakala, V-P. 2016. Valokuvamateriaali.
- Harju, P. 2004. Lämmitystekniikan oppikirja. Oppilaan kirja. Kouvola: Penan tietopus Ky.
- Harju, P. 2014. Talotekniikan perusteet 2. 2. painos. Kouvola: Penan tietopus Ky.
- Heat-pipe-tyhjiöputkikeräimet. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. JTV-energia. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavana: <http://www.jtv-energia.fi/HP-kerain.html>
- Hinnat. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Karvia: Energiapalvelu. [Viitattu 19.4.2016]. Saatavana: <http://energiapalvelu.fi/fi/hinnat>
- Ilmalämpö- ja maalämpöpumput. 5.2.2016. [Verkkosivu]. Energiatehokas koti. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo- ja maalampopumput
- Ilmalämpöpumppu voi aiheuttaa kosteusongelman. 6.6.2012. [Verkkosivu]. Yle uutiset. [Viitattu 5.3.2016]. Saatavana: http://yle.fi/uutiset/ilmalampopumppu_voi_aiheuttaa_kosteusongelman/5083226

- Isosaari, K. (toim.) 2012. Mistä energia taloon? Omakotiasujan energia- ja ympäristöopas. Keuruu: Rakennustieto Oy.
- Koskinen, J. 2006. Kotamäen lypsykarjatilán lämmitysjärjestelmä. Suunnittelu ja toteutus. [Verkkajulkaisu]. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Viitattu 15.4.2016]. Saatavana: <https://www.theseus.fi/xmlui/handle/10024/17635>
- Laitevalinnat. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Bioenergianeuvoja.fi. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: <http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/laite-valinnat/>
- Laitinen, J. 2010. Pieni suuri energiakirja: Opas energiatehokkaaseen asumiseen. Into kustannus Oy.
- Lämmitysjärjestelmän valinnat 2006–2014. 8.5.2015. [Verkkosivu]. Motiva Oy. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta
- Maalämmön hinta – yleisimmät kysymykset. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Techeat. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.techeat.fi/maalammon-hinta-yleisimmat-kysymykset/>
- Maalämmön hyödyt. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Maalämpötekniikka Reiman. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.maalampotekniikkareiman.fi/miksimaalampo.html>
- Maalämmön toimintaperiaate. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Gebwell. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.gebwell.fi/maalampo/maalammon-toimintaperiaate/?gclid=COOEwMmpg8sCFYXbcgod3N0KFw>
- Maalämpö. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Rototec Oy. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.geodrill.fi/maalampo/>
- Maalämpö: maasta pumpataan ilmaista lämpöä. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Muurametalot. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.muurametalot.fi/mita-on-maalampo.html>
- Maalämpöpumppu – näin se toimii. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Rototec Oy. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.geodrill.fi/maalampo/maalampopumppu-nain-se-toimii/>
- Maalämpöpumpun huonot puolet. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Maalämpöpumppu.info. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.maalampopumppu.info/maalampopumpun-huonot-puolet/>

Maidon lämmön talteenotto. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. DeLaval. [Viitattu 8.4.2016]. Saatavana: http://www.delaval.fi/ImageVault-Files/id_4481/cf_662/L%C3%A4mm%C3%B6n%20talteenotto.pdf

Miksi koivua pidetään parhaana polttopuuna? Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Kymenlaakson sähkö. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://energianeuvonta.ksoy.fi/kaytaoikein/miksi-koivua-pidetaan-parhaana-polttopuuna>

Peurala, A. 2016. Valokuvamateriaali.

Peurala, A. Peuralan tilan omistaja. Haastattelu. 18.2.2016.

Pientuulivoima. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Jyväskylä: Suomen Tuulivoimayhdistys ry. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavana: <http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tietoa-tuulivoimasta/pientuulivoima>

Pientuulivoima. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Vaihdevirtaa.net. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavana: <http://www.vaihdevirtaa.net/page/show/id/pientuulivoima>

Pientuulivoimalat. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Vindkraftföreningen rf. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavana: http://www.vindkraft.fi/public/index.php?cmd=smarty&id=100_lfi

Puukattilat. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Taloon Yhtiöt Oy. [Viitattu 6.4.2016]. Saatavana: <http://www.taloon.com/puukattilat/4569/dg>

Rakennustieto Oy. 2007. Rakennusten lämmitysjärjestelmät. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Syöttöruuvit. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Saarijärvi: Ariterm. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: <http://www.ariterm.fi/lammitysratkaisut/jarjestelmakomponentit/muut-bio-tuotteet/syottoruuvit/>

Sähkötoimitushinnasto. 1.3.2016. [Verkkajulkaisu]. Alajärvi: Alajärven sähkö Oy. [Viitattu 24.3.2016]. Saatavana: http://www.alajarvensahko.fi/wp-content/uploads/2014/05/Kokonaishinnasto_1_3_2016.pdf

Tarvainen, V. 13.2.2008. Otsoni ilmansaasteena. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteenlaitos, ilmanlaatuportaali. [Viitattu 5.3.2016]. Saatavana: http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/tietosivut/otsoni_ilmansaasteena.php

Tehon tarpeen laskeminen. 22.4.2004. [Excel taulukko]. Agrimarket. [Viitattu 20.4.2016]. Saatava: www.agrimarket.fi/Liitetiedostot/Docs/Tehontarpeen%20laskeminen.xls

- Thermia maalämpö. 25.10.2013. [Verkkosivu]. Thermia Lämpöpumput / Oy Danfoss Ab. [Viitattu 19.2.2016]. Saatavana: <http://www.thermia.fi/tuotteet/maalampo.asp>
- Tissari, J. (toim.). 2005. Puun polton pienhiukkaspäästöt. Loppuraportti 31.8.2005. Kuopio: Kuopion ympäristötieteiden laitosten monistesarja.
- Tuuli- ja aurinkoenergia energianlähteinä. Ei päiväystä. [Verkkosivu] Ilmasto-opas.fi. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavana: <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/83fa215b-3f3d-4b48-9456-ce3a5940e830/tuuli-ja-aurinkoenergia.html>
- Tuulivoimateknologia. 24.7.2014. [Verkkosivu]. Motiva Oy. [Viitattu 7.3.2016]. Saatavana: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/tuulivoima/tuulivoimateknologia
- Uusiutuvat energianlähteet: Bioenergia. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Biologian ja maantieteen opettajien liitto, Peda.net. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: https://peda.net/yhdistykset/bmol-ry/koulutus/eyy/yhteinen_ymparisto/energia/ue7d/bioenergia
- Wahlroos, L. 1979. Kotimaiset polttoaineet ja keskuslämmityskattilat. Kokemäki: T:mi Energiakirjat.
- Vahva Veto 8-stokeri Ala-Talkkarilta. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Veljekset Ala-Talkkari Oy. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: <http://ala-talkkari.fi/veto-8-stokeri/>
- Ylijäämäsähkön myynti. 16.10.2015. [Verkkosivu]. Motiva Oy. [Viitattu 7.4.2016]. Saatavana: http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkosahko/aurinkosahkojarjestelman_kaytto/ylijaamasahkon_myynti
- Öljylämmitys. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Neste oil. [Viitattu 17.3.2016]. Saatavana: <https://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589%2C2655%2C2710%2C2791%2C2797>
- Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Öljy- ja biopolttoaineala ry. [Viitattu 15.3.2016]. Saatavana: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>
- Öljytuotteiden kuluttajahintojen kehitys. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. Öljy- ja biopolttoaineala ry. [Viitattu 15.3.2016]. Saatavana: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/12-oljytuotteiden-kuluttajahintojen-kehitys>

LIITTEET

Liite 1. Kyselylomake

LIITE 1 Kyselylomake

Kysely lämmitysjärjestelmästä

Teemme Seinäjoen ammattikorkeakoulussa opinnäytetyötä, jossa selvitämme eri lämmitysjärjestelmien sopivuutta erilaisiin kohteisiin. Tällä kyselyllä keräämme käytännön kokemuksia erilaisista lämmitysratkaisuista.

Pyydämmekin ystävällisesti Teitä vastaamaan muutamaan kysymykseen koskien lämmitysjärjestelmää. Vastauksianne käsitellään opinnäytetyössä nimettömästi. Valmis opinnäytetyö tulee olemaan kaikkien luettavissa internetissä.

Antto Peurala ja Veli-Pekka Hakala, metsätalousinsinööriopiskelijat

Kysymykset:

- 1. Vapaamuotoinen kuvaus lämmitettävästä kohteesta (käyttötarkoitus: asuintalo, maatila konehalli jne., neliömäärä, vuotuinen lämmöntarve kWh)**
- 2. Käytössänne oleva lämmitysjärjestelmä?**
- 3. Miksi päädyitte kyseiseen lämmitysjärjestelmään?**
- 4. Omasta mielestänne hyvät puolet?**
- 5. Omasta mielestänne huonot puolet?**
- 6. Suositteletko tätä lämmitysjärjestelmää muille, kyllä/ei, perustelut?**
- 7. Vapaa sana, jos haluatte tuoda esille vielä jotain koskien lämmitysjärjestelmää?**

Kiitoksia ajastanne

